

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок  
та косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту ННІХТ

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО

(підпис)

(ім'я, прізвище)

«\_\_» лютого 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

(підпис)

(ім'я, прізвище)

«\_\_» лютого 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів

на тему: Розроблення технології застосування барвника зелений S (E142) для виготовлення карамелі

Виконав: здобувач(ка) 2 курсу, групи ХТ-2-12М

Белкін Євгеній Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Біла Галина Миколаївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

Олександр МАКАРЕНКО

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач(ка)

(підпис)

Київ – 2022 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ ” жовтня 2021 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Белкіна Євгенія Сергійовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології застосування барвника зелений S (E142) для виготовлення карамелі

Керівник роботи Біла Галина Миколаївна, к.х.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “25” 10 2021 року № 838-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: виробництво харчового барвника зелений S (E142) безальдегідним способом продуктивністю 100 кг за добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, об'єкти та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, розрахунок економічної ефективності, охорона навколишнього середовища, охорона праці, висновки, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 3. Технічний проект технологічних відділень з компоновкою обладнання, формат аркушу А1

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 25 жовтня 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.11.2021	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2021-09.11.2021	
3	РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10.11.2021-17.11.2021	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	18.11.2021-29.11.2021	
5	РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30.11.2021-07.12.2021	
6	РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	08.12.2021-15.12.2021	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	16.12.2021-21.12.2021	
8	РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	22.12.2021-29.12.2021	
9	ВИСНОВКИ	30.12.2021-05.01.2022	
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2021-07.01.2022	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2021-18.11.2021	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2021-09.01.2022	
13	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ТЕХНІЧНИЙ ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ З КОМПАНОВКОЮ ОБЛАДНАННЯ	10.11.2021-10.01.2022	
14	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	21.01.2022-29.01.2022	

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Свгеній БСЛКІН \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Галина БІЛА \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Белкін Є.С. «Розроблення технології застосування барвника зелений S (E142) для виготовлення карамелі».

Пояснювальна записка: 77 с., 25 рис., 27 табл., 26 літературних джерел.

Графічний матеріал: 3 креслення формату А-1.

Виконано технологічні розрахунки, розраховано площі виробничих приміщень підприємства. Здійснено аналіз та обґрунтування вибору сучасних технологічних схем та основного технологічного обладнання на основі вимог нормативної документації на сировину та готову продукцію. Складено компонування виробничих приміщень підприємства. Розраховано собівартість виробництва. В проекті розроблено заходи з охорони довкілля.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ХАРЧОВА ДОБАВКА E142, СИНТЕТИЧНИЙ БАРВНИК ЗЕЛЕНОГО КОЛЬОРУ, СИНТЕЗ, ТЕХНОЛОГІЯ КАРАМЕЛІ.

## ABSTRACT

Belkin E.S. «Development of technology for the production of green dye S (E142) for the production of caramel».

Explanatory note: 77 pp., 25 figures, 27 tables, 26 references.

Graphic material: 3 drawings of A-1 format.

Technological calculations were performed, the area of production facilities of the enterprise was calculated. The analysis and substantiation of the choice of modern technological schemes and basic technological equipment on the basis of the requirements of normative documentation for raw materials and finished products is carried out. The layout of the production facilities of the enterprise is made. The cost of production is calculated. The project develops environmental measures.

**KEY WORDS:** FOOD ADDITIVE E142, SYNTHETIC GREEN DYE, SYNTHESIS, CARAMEL TECHNOLOGY.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>9</b>
1.1 Визначення харчових барвників, їх класифікація та Е-кодифікація.....	9
1.2 Переваги та недоліки синтетичних барвників.....	12
1.3 Форми випуску синтетичних барвників.....	12
1.4 Барвники для карамелі.....	13
1.5 Безпека споживання синтетичного барвника для карамелі «зелений S».....	16
<b>РОЗДІЛ ІІ ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	<b>18</b>
2.1 Об’єкти дослідження.....	18
2.2 Методи та методики дослідження.....	20
<b>РОЗДІЛ ІІІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА</b> .....	<b>25</b>
3.1 Розроблення рецептури і виготовлення льодяникової карамелі зеленого кольору.....	25
3.2 Оцінка якості карамелі.....	28
<b>РОЗДІЛ ІV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b> .....	<b>32</b>
4.1 Розроблення принципової схеми виробництва.....	32
4.2 Розрахунок матеріального балансу процесу.....	34
4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.....	42
4.4 Розрахунок площ виробничих приміщень.....	48
4.5 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва.....	50
4.6 Контроль якості готової.....	52
<b>РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ</b> .....	<b>57</b>
<b>РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b> .....	<b>64</b>
<b>РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....	<b>72</b>
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>74</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>75</b>

<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
Розраб		Белкін Є.С.		
Пров		Біла Г.М.		
Н. Контр.		Подобій О.В.		
Затв.		Носенко Т.Т.		
ЗМІСТ			Літера	Арк
				5
			Аркушів	77
НУХТ. Каф. ТЖХТ				

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Для привабливості харчового продукту, його смакових властивостей та аромату одним із основних факторів є колір виробу. Хоча основний фактор, що визначає апетитність харчового продукту, це його смак і аромат, важливу роль при цьому також відіграє колір. Якщо виріб виглядає непривабливо, він може викликати огиду і не стимулює виділення шлункового соку. У кондитерських виробках забарвленість і колір виступають чи не най основним параметром, за яким відбувається його вибір споживачем..

При оцінюванні харчових продуктів за зовнішнім виглядом колір виробу займає за важливістю друге місце (перше місце у «свіжості», а третє у смаку).

Завдяки біохімічній поліфункціональності рослинні пігменти, що входять до складу натуральних барвників, можуть залежно від структурних особливостей виявляти антиоксидантні властивості та антимутагенну дію, пов'язувати радіонукліди та іони важких металів.

Крім того, їхня вітамінна активність (рибофлавін, вітамін К і каротиноїди) підвищує адаптивні можливості організму людини в умовах забруднення навколишнього середовища. Незважаючи на загальну прийнятність натуральних барвників, вони часто бліді, нестійкі і залежать від зміни рН; крім того, у них обмежений діапазон кольорів.

Але натуральні барвники мають ряд недоліків, що обмежує їх застосування: фарбувальна здатність натуральних пігментів нижче, ніж синтетичних барвників; більшість натуральних барвників характеризуються нестабільністю під впливом різних факторів, внаслідок чого необхідно проведення додаткових заходів щодо їх стабілізації.

Всупереч загальноприйнятій думці, натуральні барвники не завжди є нетоксичними і можуть бути забруднені під час їх екстрагування. Як і синтетичні, натуральні барвники входять в списки дозволених до застосування речовин.

В цілому, дозволені до застосування тільки ті добавки, які володіють

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб	Бєлкін Є.С.				Літера	Арк	Аркушів
Пров	Біла Г.М.					6	77
Н. Контр.	Подобій О.В.				<b>ВСТУП</b>  <i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
Затв.	Носенко Т.Т.						

обґрунтованими технологічними параметрами на рівнях, які не становлять ризику для здоров'я.

Не слід думати, що додавання однакових кількостей барвника в різні кондитерські вироби додасть їм однаковий колір. Види і кількості барвників, що застосовуються в кожній рецептурі, завжди повинні визначатися експериментально. Так, вміст алкоголю, інвертних цукрів, фруктів, діоксиду сірки в рецептурі або рН середовища можуть істотно впливати на колір готового виробу і його стабільність.

Хімічні синтезовані барвники – це сполуки органічного походження, що синтезуються хімічним шляхом. Вони гарантують яскравий колір, та велику стійкість до впливу довкілля.

Такі барвники мають значні технологічні переваги в порівнянні з більшістю натуральних барвників, вони дають яскраві, легко відтворювані кольори і менш сприйнятливі до різних видів впливу, яким піддаються матеріали під час технологічного процесу.

Властивості синтетичних барвників визначають можливість їх використання у складі широкого асортименту харчових продуктів – безалкогольних та алкогольних напоїв, цукерок, кондитерських виробів, соусів, спецій, приправ, хлібобулочних виробів.

Одним з актуальних синтетичних барвників є харчовий барвник зелений E142, який використовують при виробництві таких продуктів, як сухі супи, морозиво, приправи, напівфабрикати, безалкогольні напої, макаронні вироби, алкогольні напої, рибний фарш, пікулі, декоративні їстівні покриття, копчена риба, плавлені сири. Зелений E142 застосовують також у виготовленні барвників для великодніх яєць. Крім харчової промисловості барвник зелений S використовують у фармацевтичних та косметичних засобах, при фарбуванні виробів із вовни та шовку.

Зважаючи на зазначені переваги та широке коло можливостей до застосування, *об'єктом дослідження* магістерської роботи обрано технологію виробництва харчового барвника зеленого S E142. Застосування даного

					ВСТУП	рк.
Змн.	рк.	докум.	дпис	Дата		7

барвника передбачається при виробництві льодяникової карамелі зеленого кольору.

Карамель є кондитерським виробом, який отримують шляхом уварювання цукрового розчину з крохмальною патокою або інвертним сиропом до карамельної маси вологістю від 1,5 до 3%, в яку додають різні смакові, барвні та ароматичні речовини. Залежно від рецептури та способу приготування карамель поділяють на льодяникову, з начинками, вітамінізовану, м'яку та лікувальну.

Оскільки карамель має великий попит в Україні, випускається понад 400 найменувань карамелі, тема цієї роботи є актуальною.

*Предмет дослідження:* харчовий барвник Зелений S E142, карамель з харчовим барвником Зелений S E142.

*Методи дослідження.* Застосовано органолептичні та фізико-хімічні методи згідно вимог ГОСТ 32745-2014 «Добавки пищевые. Красители триарилметановые. Технические условия».

*Постановка задачі проектної розробки:*

1. Опрацювання літературних джерел згідно завдання магістерської роботи.
2. Обґрунтування технологічної схеми виробництва барвника зеленій S (E142) в реакції конденсації бензальдегіду з діетиланіліном для виготовлення карамелі. Складання специфікації обладнання, принципової схеми виробничого процесу та компанування приміщення цеху згідно обраної схеми.
3. Розроблення рецептури льодяникової карамелі зеленого кольору та її апробація.
4. Визначити органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та показники безпеки карамелі з додаванням барвника зеленого кольору;
5. Розрахувати економічну ефективність застосування барвника зеленій S (E142) у виробництві карамельних кондитерських виробів.

*Практична цінність роботи* полягає розробленні рецептур льодяникових карамельних виробів та способу їх практичної реалізації, що не потребує удосконалення існуючих технологічних ліній.

					ВСТУП	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **Апробація.**

1. Євгеній Белкін. Розроблення технології застосування барвника зелений S (E142) для виготовлення карамелі / Євгеній Белкін, Галина Біла // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми хімії та хімічної технології», 15-16 березня 2022. Київ.: НУХТ. – 35-37 с.

					ВСТУП	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1 Визначення харчових барвників, їх класифікація та Е-кодифікація

Харчові барвники – хімічні синтетичні речовини або природні сполуки, які надають або посилюють колір харчового продукту чи біологічних об'єктів; не вживаються зазвичай як харчовий продукт або складова частина їжі.

Мета використання харчових барвників:

- відновлення втраченого природного забарвлення продукту;
- надання кольору безбарвним продуктам.

Не допускається застосування харчових барвників для маскуванню зміни кольору продукту, викликаного його псуванням, порушенням технологічних режимів або використанням недоброякісної сировини [1].

### Класифікація барвників

За походженням барвники (*Colour*), що використовуються для підфарбовування харчових продуктів, поділяють на три групи:

- натуральні барвники рослинного або тваринного походження;
- штучні (ідентичні натуральним);
- синтетичні органічні барвники;
- мінеральні барвники.

З точки зору небезпеки застосування їх в харчуванні друга і третя групи вимагають найбільшої уваги. У класифікації харчових добавок за Е-кодами, барвники мають коди від 100 до 199 [2].

За кольорами барвники поділяють на жовті, помаранчеві, червоні, зелені, сині, коричневі та інших різних відтінків (табл. 1.1).

За використанням:

- барвники для фарбування маси та поверхні;
- барвники для забарвлення тільки поверхні.

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						
Розраб		Белкін Є.С.			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ			Літера	Арк	Аркушів
Пров		Біла Г.М.							9	77
Н. Контр.		Подобій О.В.			НУХТ. Каф. ТЖХТ					
Затв.		Носенко Т.Т.								

## Класифікація барвників за кольором

Е-код	Колір
Е 100...109	Жовтий
Е 110...119	Помаранчевий
Е 120...129	Червоний
Е 130...139	Синій
Е 140...149	Зелений
Е 150...159	Коричневий-чорний

До харчових барвників не відносяться:

- речовини, що мають вторинний фарбувальний ефект (наприклад, фруктові або овочеві соки, кава, какао);
- поверхневі барвники для забарвлення оболонок сирів, ковбас і т.д.;
- барвники для маркування м'яса, сирів, яєць: метилвіолет, родамін, фуксин кислий.

За хімічною структурою синтетичні барвники поділяються на класи:

- азобарвники (рис. 1.1): моноазо-, біазо-, тріазо-, поліазо барвники (Тартразин Е 102, Сонячний захід Е 110, Азорубін або Кармуазин Е 122, Понсо Е 124, Червоний чарівний Е 129, Чорний блискучий Е 151, Коричневий Е 154)

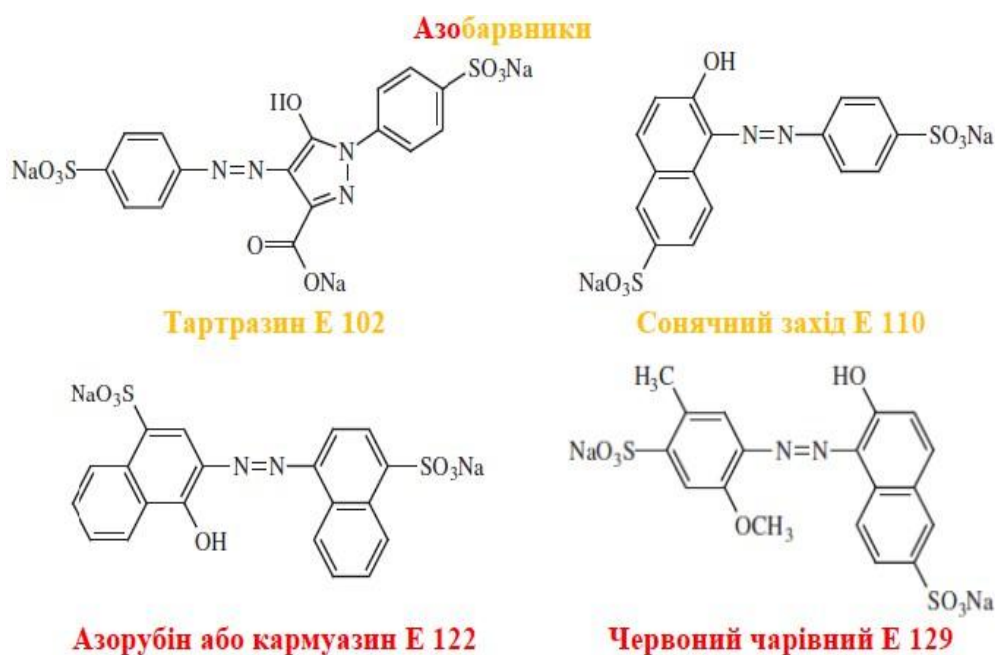


Рис. 1.1. Хімічна структура деяких азобарвників

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

– триарилметанові (рис. 1.2) або трифенілметанові барвники (Синій Е 131, Зелений Е 142)

### Триарилметанові або трифенілметанові барвники

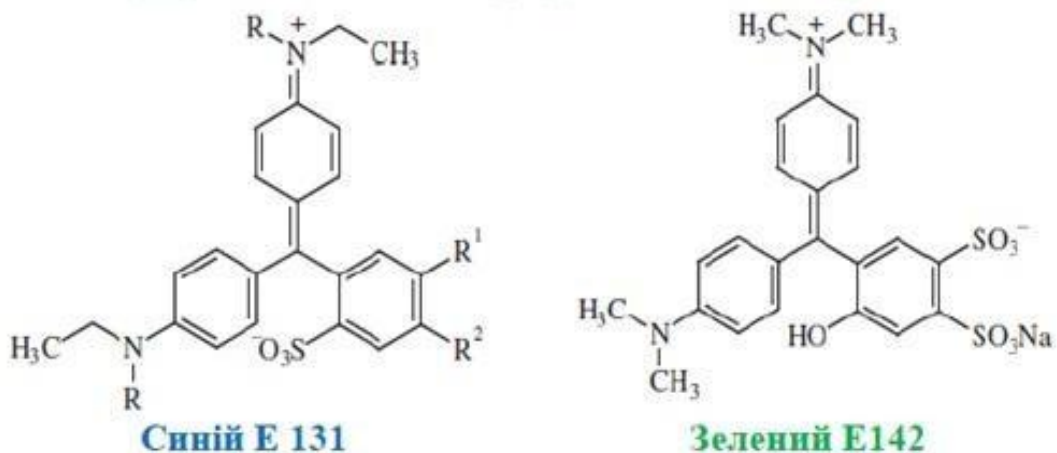


Рис. 1.2. Хімічна структура деяких трифенілметанових барвників

- ксантенові (рис. 1.3) барвники (Еритрозин Е 127)
- хінолінові (рис. 1.3) барвники (Хіноліновий жовтий Е104)

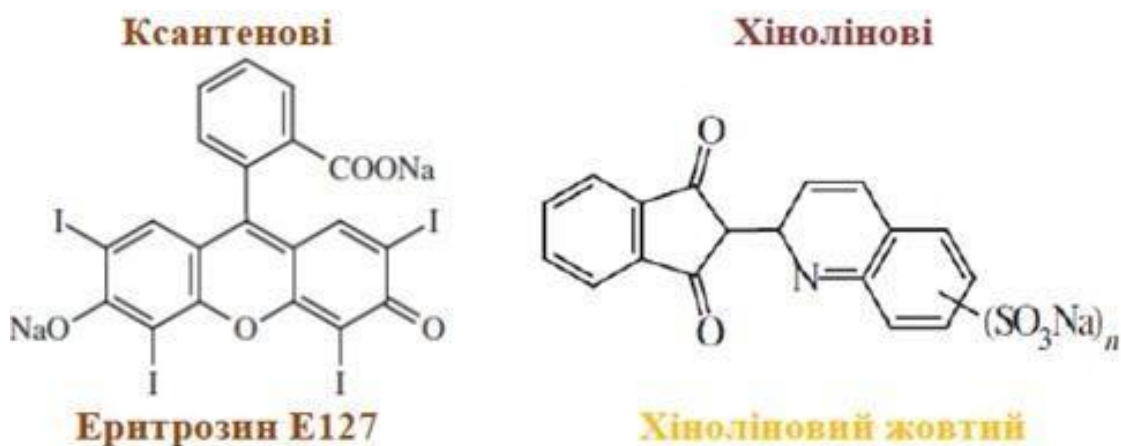


Рис. 1.3. Хімічна структура деяких ксантенових і хінолінових барвників

- індігоїдні (рис. 1.4) барвники (Синій блискучий Е 133).



Рис. 1.4. Хімічна структура індігоїдних барвників [3]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 1.2 Переваги та недоліки синтетичних барвників

### Переваги:

- дають яскраві кольори;
- мають високу забарвлюючу здатність, що дає можливість регулювати інтенсивність забарвлення.

### Недоліки:

- мала токсичність;
- викликають гіперактивність у дітей;
- спричиняють алергічні реакції;
- канцерогенні.

Перелік харчових барвників, щодо яких етикетки харчових продуктів мають містити додаткову інформацію, а саме «може негативно впливати на активність і увагу в дітей»: Тартразин Е 102, Хіноліновий жовтий Е 104, Сонячний захід Е 110, Азорубін Е 122, Понсо Е124, Червоний чарівний Е 129 [4].

## 1.3 Форми випуску синтетичних барвників

Формами випуску синтетичних барвників можуть бути такими:

- *порошкоподібні* – містять 80...85 % основного барвника, можуть виготовлятися і з наповнювачами (сіллю або цукром-піском); недолік таких форм – складність дозування і здатність до розпилення;
- *гранульовані форми барвників* – не дають пилу, хоча і дещо повільніше розчиняються у воді; стійкіші до зміни вологості повітря під час зберігання.
- *лаки* – нерозчинні комплекси забарвлюючих речовин з йонами металів (Al); представляє собою дрібнодисперсний порошок, з вмістом барвника 10...40%; не розчиняються ні у воді, ні у жирах; використовуються для оздоблювальних фігурок з мастики, марципану, оздоблювального драже [5].

Лаки дають рівномірний, чистий колір, утворюють тонкі оболонки з високою густиною забарвлення поверхні та не «мігрують» з продукту в середовище, і навпаки. Показники їх світлочутливості та термостабільності вищі за інші барвники [6].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **Вплив на організм людини:**

Зелений S E 142 офіційно заборонено у Японії, Норвегії, США, Канаді. Продукти з вмістом E-142 не слід давати у вживання дітям, щоб уникнути гіперактивності. При помірному вживанні добавка не несе шкоди здоров'ю, але за надмірному надлишку E142 в організмі можуть виникнути алергічні реакції, і навіть виникнути ризик захворювання на рак.

ДДП – не встановлено. ГДК (мг/кг продукту):

безалкогольні ароматизовані напої – 100;

зацукровані фрукти та овочі, пресерви з червоних фруктів – 200;

прикраси та покриття – 500;

бісквіти, торти, вафлі – 200;

цукрові глазурі – 150;

десерти, включаючи ароматизовані молочні продукти – 150;

морозиво – 30;

ароматизований плавлений сир – 100;

соуси, спеції, приправи – 500;

гірчиця – 300;

рибний паштет, копчена риба – 100;

бланшировані ракоподібні – 250;

рибна ікра – 300;

сухі сніданки – 100-200;

супи-концстрати – 50;

алкогольні напої (включаючи напої із вмістом алкоголю менше 15%), ароматизовані вина, напої на основі вин та винні коктейлі, фруктові вина ігристі та витримані, сидр – 200;

їстівні оболонки сирів – у необхідній кількості.

### **1.4 Барвники для карамелі**

Барвники – харчові добавки, що надають, посилюють або відновлюють забарвлення харчового продукту.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Сучасні технології дозволяють отримувати як натуральні, так і синтетичні препарати барвників із заданими властивостями та стандартним вмістом основної барвної речовини, що забезпечує їх вибіркоче застосування у виробництві широкого спектру харчових продуктів.

Основу натуральних барвників зазвичай складають пігменти рослин. Забарвлення відбувається за рахунок каротиноїдів, флавоноїдів, бетаніну, рибофлавіну, хлорофілу і т. д. натуральні барвники не мають токсичності, проте для більшості з них встановлені допустимі добові дози [7].

**Колір карамельний E150c.** Цукровий колер (карамель, E150) – темно-зabarвлений продукт карамелізації (термічного розкладання) цукрів, що отримується за різними технологіями. Його водні розчини є приємно пахнучою темно-коричневою рідиною. Залежно від технології отримання розрізняють цукровий відтінок I (E150a, простий, карамель I); цукровий відтінок II (E150b, карамель II), отриманий за «лужно-сульфітною» технологією; цукровий колір III (E150c, карамель III), отриманий за «аміачною» технологією; цукровий колір IV (E150d, карамель IV), отриманий за «аміачно-сульфітною» технологією. В результаті карамелізації цукрів утворюється складна суміш продуктів з характерним забарвленням. Застосовується для фарбування напоїв, ячмінного хліба, кондитерських виробів, желе та джемів у кулінарії [8].

**Антоціанові барвники.** Важливою групою водорозчинних природних барвників є антоціани (E163i). Це фенольні сполуки, які є моно- та диглікозидами. При гідролізі вони розпадаються на вуглеводи (галактозу, глюкозу та ін.) та аглікони, представлені антоціанідами (ціанідіном та ін.). Характер фарбування природних антоціанів залежить від багатьох факторів: будови, рН середовища, утворення комплексів з металами, здатності адсорбуватися на полісахаридах, температурі, світлі. Найбільш стійке червоне забарвлення антоціани мають у кислому середовищі при рН 1,5-2; при рН 3,4-5 забарвлення стає червоно-пурпурним або пурпурним. У лужному середовищі відбувається зміна забарвлення: при рН 6,7-8 воно стає синім, синьо-зеленим, а при рН 9 – зеленим, що переходить у жовте при підвищенні рН до 10.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Змінюється забарвлення антоціанінів і при утворенні комплексів з різними металами: солі магнію та кальцію мають синє забарвлення, калію – червоно-пурпурне. Збільшення кількості метильних груп у молекулі антоціанінів зрушує забарвлення у бік червоних відтінків. Представниками цієї групи барвників є власне антоціани, енобарвник та екстракт із чорної смородини [8].

**Енобарвник (E163ii)** отримують з вичавки темних сортів винограду і ягід бузини у вигляді рідини інтенсивно червоного кольору. Є сумішшю забарвлених, різних за своєю будовою органічних сполук, насамперед антоціанінів та катехінів. Забарвлення продукту енобарвником залежить від рН середовища: червоне забарвлення в підкислених середовищах, в нейтральних і слаболужних середовищах енобарвник надає продукту синій відтінок. Тому при використанні енобарвника в кондитерській промисловості одночасно застосовують і органічні кислоти для створення необхідної кислотності середовища.

Останнім часом почали використовувати в якості жовтих і рожево-червоних барвників пігменти антоціанової природи, що містяться в соку чорної смородини (E163iii), кизилу, червоної смородини, журавлини, брусниці, пігменти чаю, що містять антоціани і катехіни виділений з буряка – буряковий червоний (E162). Складовою його є бетанін [8].

**Рибофлавіни (рибофлавін E10ii)** і натрієва сіль рибофлавін-5'-фосфату (E101ii) використовуються як жовтий харчовий барвник для фарбування кондитерських виробів, майонезів тощо. Максимальний рівень внесення не встановлений [8].

**Синтетичні барвники** мають значні технологічні переваги в порівнянні з більшістю натуральних барвників. Вони дають яскраві, легко відтворювані кольори та менш чутливі до різних видів впливу, яким піддається матеріал у ході технологічного потоку.

Синтетичні харчові барвники – представники декількох класів органічних сполук: азобарвники (тартразин E102; жовтий «сонячний захід» E110; кармуазин E122; червоний 4R E124; чорний блискучий E151); тріарилметанові барвники (синій патентований V E131; синій блискучий E133; зелений S E142); хінолінові (жовтий хіноліновий E104); індігоїдні (індигокармін E132). Всі ці сполуки добре

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчиняються у воді, більшість утворює нерозчинні комплекси з іонами металів і застосовуються в цій формі для фарбування порошкоподібних продуктів.

В якості харчових барвників застосовуються також хіноліновий жовтий E104, жовтий 2G E107, жовтий «сонячний захід FCF» E110, червоні барвники азорубін (кармуазин) E122, понсо 4R(червоний 4R) E124, червоний 2G «орсейл» (орсинчервоний для карамелі) E182; темно-фіолетовий барвник «чорний блискучий РН» (діамантовий чорний) E151; коричневий барвник «коричневий НТ» E155.

Синтетичні барвники у виробництві карамелі застосовуються у вигляді індивідуальних продуктів та сполук з вмістом основної речовини не менше 70 - 85 %, у суміші один з одним, а також розбавлені наповнювачами (кухонною сіллю, сульфатом натрію, глюкозою, сахарозою, лактозою, крохмалем, харчовими жирами та ін), що спрощує поводження з ними. Для фарбування використовують головним чином водні розчини харчових барвників. Порошкоподібні барвники застосовують зазвичай лише у сухих напівфабрикатах (концентратах напоїв, сухих сумішах для кексів, желе тощо) [8, 9].

Суміші барвників дозволяють отримати кольори та відтінки, які не вдається створити за допомогою індивідуальних барвників.

При виборі барвника та його дозування необхідно враховувати як колір і бажану інтенсивність забарвлення, а й фізико-хімічні властивості харчових систем, куди він вноситься, і навіть особливості технології.

Широке застосування синтетичних барвників, що з'явилися останнім часом завдяки досягненням хімії, пов'язане з їх високою стійкістю до змін рН середовища та дії кислот, стабільністю до нагрівання та світла, великою здатністю, що фарбує, легкістю дозування, стійкістю забарвлення при зберіганні продукту. У більшості випадків вони дешевші за натуральні барвники [9].

### **1.5 Безпека споживання синтетичного барвника для карамелі «зелений S»**

На замовлення Європейської комісії з безпеки харчових продуктів, у 1984 році було проведено наукове дослідження групою вчених для оцінки безпеки

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«зеленого S» при використанні як харчового барвника. Дослідження проводились на гризунах [10].

При вживанні «зеленого S» у дозі 1500 мг/кг маси тіла на добу, у щурів спостерігалася помірна анемія, підвищений рівень білка та сечовини в крові, збільшення лімфатичних вузлів стінок кишківника, зміни щитовидної залози. А при довгостроковому вживанні 500 мг/кг маси тіла на день, включаючи внутрішньоутробне опромінення, при аналізі мозку, серця, нирок, печінки, селезінки, шлунку у мишей патологій не було виявлено.

Було описано лише кілька неопластичних процесів, але група дослідників прийшла до висновку, що ці непухлинні ушкодження є не пов'язаними фоновими змінами, оскільки були однаково виявлені у щурів, які отримували E142, так і у тих, які цю добавку не вживали.

Автори [11] дійшли висновку, що «зелений S» не є канцерогенним для мишей і що допустиме сприятливе дозування становить 530 мг/кг маси тіла на день у самців та 660 мг/кг маси тіла на день у самок.

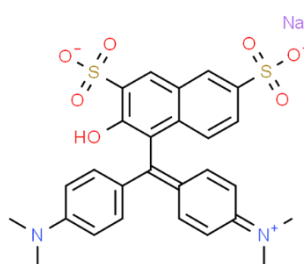
Тривалі дослідження проводилися з щурами, яким підшкірно вводили E142 один або два рази на тиждень протягом приблизно одного року. В одному дослідженні у двох самців та однієї самки розвинулася злоякісна пухлина – саркома, тоді як два інші дослідження були повністю із сприятливим перебігом. Група вчених [12] прийшла до висновку, що спостережувані місцеві пухлини, швидше за все, були пов'язані з фізико-хімічними властивостями матеріалу, що вводиться, ніж з канцерогенним потенціалом даної харчової добавки. У ході проведених досліджень про абсорбцію, метаболізм та екскрецію E142 можна зробити висновки, що даний барвник погано абсорбується в кишечнику і в основному виділяється без змін у фекаліях. Можна зробити висновки, що «зелений S» E142 – штучний барвник, але при рідкісному та незначному його вживанні добавка є практично нешкідливим і не несе небезпеки для здоров'я людини [13-16].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ II ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Об'єкти дослідження

#### Е 142 харчова добавка



Green S (E142)

Рис. 2.1. Зовнішній вигляд та структурна формула E142

Назва речовини: Зелений S

Англійська назва: Green S

Хімічна назва: натрієва сіль [4,4'-біс(N,N-диметиламіно)-(2''-гідрокси-3'',6''-дисульфонато)]нафтилдифенілкарбенію

Категорія: барвники

Походження: синтетичне

Небезпека: середня

Синоніми: Food Green S, FD&C Green 4, Acid green 50, Lissamine Green B, Wool Green S, C.I. 44090, E number 142, E142 food additive, E142, NS number 142, E-142

Стан: порошок, гранулят

Фізико-хімічні властивості. Термо- та кислотостійкість (у тому числі, до дії фруктових кислот) – високі. Світлостійкість і стійкість до дії лугів – помірні.

Розчинність: добре розчинний у воді та етанолі, не розчиняється в рослинних оліях

Температура плавлення: 210 °C

Колір зелений

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Белкін Є.С.			ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	Літера	Арк	Аркушів
Пров		Біла Г.М.					18	77
Н. Контр.		Подобій О.В.				НУХТ. Каф. ТЖХТ		
Затв.		Носенко Т.Т.						

Максимально допустима добова доза на 1 кг маси тіла: 0,01 - 0,05 г

Формула:  $C_{27}H_{25}N_2NaO_7S_2$

CAS: 3087-16-9

PubChem: 91525

Примітка: синтетична речовина, яка є натрієвою сіллю, що отримується з кам'яновугільної смоли.

**Опис.** Харчова добавка E142 – синтетичний харчовий барвник, що отримується з кам'яновугільної смоли. Використовується у процесі виробництва харчових продуктів. Порошок або гранулят темно-зеленого, майже чорного кольору, має високу термостійкість і помірну стійкість до фруктових кислот. Надає продуктам, що офарблюються, червоно-зелений або синьо-зелений відтінок [17].

#### **Метаболізм та токсичність**

Вважають, що цей барвник не всмоктується з кишківнику людини і майже повністю виділяється з організму разом із калом. Його рекомендується виключити з раціону дитячого харчування з метою запобігання виникненню реакції гіперактивності.

**Користь.** Наукових відомостей про користь застосування добавки «Зелений S» зараз немає. Дослідження на тваринах (щурах) показали безпеку харчової добавки E142 при нерегулярному вживанні.

**Шкода.** Практично не абсорбується в шлунково-кишковому тракті, може провокувати алергічні реакції при прямому контакті зі шкірою, а у людей чутливих до алергії та прийому продуктів. Рекомендується виключити E142 з раціону дітей з метою попередження реакції гіперактивності.

**Застосування.** Може використовуватися при виготовленні м'ятного соусу, морозива, різних цукерок, десертів та додаватись до консервованого горошку. Застосовується в косметології та фармацевтичній промисловості. В офтальмології для діагностики захворювань поверхні ока.

**Правовий статус.** Зелений S заборонений як харчова добавка в Канаді, США, Японії та Норвегії, оскільки його вживання може призвести до алергічних реакцій. У Російській Федерації ця добавка дозволена [18].

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ				

## 2.2 Методи та методики дослідження

### Методика виготовлення карамелі

Для приготування карамельної маси найкраще брати цукор-рафінад, оскільки сторонні домішки в цукрі-піску, погіршують якість карамелі. Карамель готують в невеликих кількостях ( 1- 1, 5 - 2 кг) шляхом варіння карамельного сиропу та його охолодження до 70°C. У котел наливають гарячу воду за рецептурою та розчиняють у ній цукор, ставлять на сильний вогонь, доводять до кипіння та ретельно знімають піну.



Рис 2.1. Принципова схема виготовлення льодяникової карамелі

При варінні на слабкому вогні карамель одержують темного кольору. Варять сироп при закритій кришці, щоб пари води змивали краплі зі стінок котла, інакше сироп може зацукритися. Цукровий сироп уварюють до температури 110 °C (проба на товсту нитку), потім додають патоку, підігріту до 50 °C, і продовжують уварювати до карамельної проби (температура 150 - 163 °C).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Наприкінці варіння дещо зменшують нагрівання. Для зливної маси карамельної сироп уварюють до температури 157 - 163 °С, для атласної – до 150, для пластичної – до 153°С.

Коли маса охолоне до 100 °С, до неї додають харчовий барвник. При охолодженні до 80°С карамельну масу додають есенції, при вищій температурі їх додавати не можна, так як вони випаровуються.

Готова карамельна маса повинна мати температуру 70°С, бути прозорою, трохи жовтуватою (якщо не підфарбована), пластичною. Якщо карамельна маса, охолоджуючись, застигає, то її можна підігріти (над вогнем, у шафі для смаження).

**Органолептична оцінка карамелі** проводиться за комплексними показниками: смак і запах, форма, поверхня, колір. При проведенні органолептичної оцінки були використані описовий та баловий методи.

Описові методи органолептичної оцінки використовують для встановлення відмінностей між декількома зразками продуктів по всій сукупності органолептичних характеристик, а також для кількісного опису всіх сприйманих органолептичних показників. Оцінка карамелі в балах є інструментом контролю якості, будучи надійною процедурою виявлення та ідентифікації органолептичних пороків. Тим не менш, цей метод не завжди придатний при дослідженнях та розробці нових продуктів або оцінки споживчих переваг. Для отримання більш об'єктивних результатів було розроблено балову шкалу. Дегустаційної комісії із семи осіб було запропоновано оцінити якість карамелі за розробленою бальною шкалою, яка представлена у таблиці 2.1.

*Таблиця 2.1*

Дегустаційна шкала оцінки якості карамелі

Показник	Якісний рівень				
	5 балів	4 бали	3 бали	2 бали	1 бал
Смак і запах	Без стороннього його присмаку і запаху	Властивий найменуванню виробу	Слабкий, але характерний для даного продукту	Характерний запах відсутній, слабкий сторонній запах	Неприємний запах і присмак
Поверхня	Гладка, блискуча,	Гладка, блискуча, має	Має незначні тріщини та	Має значні тріщини	Значні ушкодження

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ				

	без тріщин, повністю рівна	незначні тріщини	відколи		поверхні
Колір	Забарвлення рівномірне. Властивий даному виду карамелі	Однорідний, властивий найменуванню, але дещо відрізняється (слабше або більш насичене забарвлення)	Колір характерний для продукту, але відтінок відрізняється	Неприродний	Неприйнятний
Категорія якості	Відмінна	Хороша	Задовільна	Незадовільна	Неприйнятна
Оцінка	4,1 - 5,0	3,1 - 4,0	2,1 - 3,0	1,1 - 2,0	0,1 - 1,0

Результати проведеної оцінки кожен член комісії заносив до дегустаційного листа.

Таблиця 2.2

Зразок дегустаційного листа

Дегустационный лист _____					
Ф.И.О. _____					
Дата дегустации _____					
Образец № или шифр	Коэффициент весомости	Оценка в баллах			
		Вкус и запах	Поверхность	Форма	Цвет

Після закінчення процедури дегустації секретар дегустаційної комісії збирає заповнені дегустаційні листи та вираховує середній бал за оцінюваними показниками якості. Виходячи з даних таблиці 2.1, всі якісні показники карамелі були поділені на п'ять градацій якості, кожній з яких надано діапазон балів. Методика дегустації карамелі, що використовується, передбачає оцінку кожного показника якості за 5 бальною шкалою. Однак значення різних показників якості в загальній оцінці неоднакове, тому для кожного показника якості ввели коефіцієнт вагомості, що враховує значення цього показника сумарної оцінки.

Таблиця 2.3.

Значення коефіцієнтів вагомості

Показник	Коефіцієнт вагомості
Смак і запах	0,45
Поверхня	0,25

Форма	0,1
Колір	0,2

Найвище можливе значення дегустаційної оцінки становить 5 балів. Якість продукції, що отримала оцінку 4,1 - 5,0 балів, вважають відмінним, 3,1 - 4,0 балів – хорошим, 2,1 - 3,0 балів – задовільним, 1,1 - 2,0 балів – поганим (ледь прийнятним), 0,1 - 1,0 балів – неприйнятним.

Смак і запах повинні бути яскраво вираженими, відповідати конкретному виду. Не допускаються сторонні присмаки: затхлий, прогірклий, підгорілий і т.д.

### **Фізико хімічні методи оцінки якості карамелі**

**Масову частку вологи** у карамельній масі визначають пікнометричним методом. Мірну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup> наповнюють дистильованою водою і зважують з точністю до 0,01 г. Воду виливають, а колбу використовують для проведення дослідження. Карамель звільняють від глазури, цукру та інших обробних матеріалів.

Потім скальпелем нашкрябують у ступку карамельну масу, подрібнюють і зважують наважку масою 20 г. Наважку карамельної маси переносять за допомогою лійки в мірну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup>, розчиняють у воді. Доливають до позначки і колбу з розчином зважують із точністю до 0,01 г. При цьому стежать за тим, щоб на зовнішній поверхні і всередині горловини колби не було краплин вологи (їх знімають за допомогою фільтрувального паперу чи джгутіка). Відношення маси колби з розчиною наважкою карамелі до маси колби з дистильованою водою показує відносну густину розчину, за якою визначають масову частку сухих речовин і вологи в карамельній масі у табл. 2.4.

										Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ					

## Залежність масової частки вологи від питомої маси

Питома маса	Масова частка, %		Питома маса	Масова частка, %	
	сухих речовин	вологи		сухих речовин	вологи
1,0720	93,12	6,88	1,0750	96,97	3,03
1,0727	94,02	5,98	1,0751	97,10	2,90
1,0731	94,53	5,47	1,0752	97,23	2,77
1,0735	95,04	4,96	1,0753	97,36	2,64
1,0743	96,08	3,92	1,0754	97,49	2,51
1,0744	96,21	3,79	1,0755	97,62	2,38
1,0745	96,34	3,66	1,0756	97,75	2,25
1,0746	96,46	3,54	1,0757	97,88	2,12
1,0747	96,59	3,41	1,0758	98,01	1,99
1,0748	96,72	3,28	1,0759	98,14	1,86
1,0749	96,84	3,16	1,0766	99,07	0,93

**Визначення кислотності.** Кислотність карамелі визначають методом титрування і виражають у градусах. Для визначення кислотності зважують 5 г заздалегідь подрібненої у ступці карамельної маси. Наважку без втрат переносять у конічну колбу, розчиняють у 50 см<sup>3</sup> дистильованої води, температура якої становить 60°C, перемішують до повного розчинення карамельної маси і охолоджують. Потім додають 3 - 4 краплі фенолфталеїну і титрують розчином гідроокису натрію концентрації 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до появи блідо-рожевого кольору, який не зникає протягом 1 хв. Кислотність розраховують за формулою:

$$K = \frac{10 \cdot V \cdot k}{m}$$

де V – об'єм розчину лугу, який витрачено на титрування, см<sup>3</sup>; k – поправочний коефіцієнт лугу; m – маса наважки продукту, г.

Кислотність може бути виражена двома способами: у градусах або у процентах відповідальної кислоти. Градуси кислотності переводяться у проценти кислотності шляхом множення їх на міліеквівалент кислоти: лимонної – 0,070; яблучної – 0,067; винної – 0,075; молочної – 0,090 [19].

										Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ					

## РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1 Розроблення рецептури і виготовлення льодяникової карамелі зеленого кольору

Виробництво льодяникової карамелі не вимагатиме великих вкладень і характеризується простою технологією. Тут використовуються карамельна маса, барвники та ароматизатори. І залежно від застосовуваних компонентів, у підприємця є можливість розширити асортимент цукерок різними смаками, формами та розмірами. Основні види сировини, для виготовлення карамелі: цукор, патока, мед, жири, какао порошок, молоко та молочні продукти, яйця та яйцепродукти, горіхи, фруктово-ягідні напівфабрикати, борошно, смакові та ароматичні добавки, хімічні розпушувачі та ін.

Для приготування карамельної маси найкраще брати цукор-рафінад, оскільки сторонні домішки у цукровому піску погіршують якість карамелі.

Таблиця 3.1

Рецептура карамельної маси, кількість інгредієнтів г/100г

Інгредієнт	Зразки			
	1	2	3	4
Цукор-рафінад	85,4	85,4	85,4	85,4
Патока	17,0	17,0	17,0	17,0
Барвник	0,1	0,2	0,3	0,4
Вода	34,2	34,1	34,0	33,9
Всього сировини	136,7	136,7	136,7	136,7
Вихід карамельної маси	100	100	100	100

Виробництво карамелі включає такі основні стадії:

- приготування карамельної маси;
- охолодження та обробку карамельної маси;
- формування та охолодження карамелі;
- закрутку, розфасовку та упаковку карамелі.

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Белкін Є.С.			<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА</b>	Літера	Арк	Аркушів
Пров		Біла Г.М.					25	77
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Затв.		Носенко Т.Т.						
						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		



Рис. 3.1 Зовнішній вигляд виготовленої карамелі

Рецептури зразків, наведені в табл. 3.1 ідентичні за використаною основною сировиною, а відрізняються лише вмістом барвника та води. Що і визначило відмінності кольору готової карамелі.



Рис. 3.2 Інтенсивність зеленого кольору карамелі при вмісті барвника від 0,1 до 0,4 %

У промисловості застосовуються механізовані та напівмеханізовані потокові схеми виробництва карамелі. При механізованому потоковому способі виробництво здійснюється безперервним потоком, виробничі стадії повністю механізовані і весь процес виробництва карамелі від завантаження сировини до одержання розфасованої або упакованої карамелі протікає без торкання рук робітників.

Карамель отримують уварюванням цукрового розчину з патокою до вмісту сухих речовин 97-99 % і формуванням охолодженої до 70 °С карамельної маси. Відформовану карамель охолоджують до 35-40 °С. При цій температурі карамель,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

залишаючись в аморфному стані, набуває твердості, що дозволяє піддавати її закрутці, упаковці та транспортуванні.

При виробництві карамельного сиропу співвідношення цукру та патоки за уніфікованою рецептурою становить 1:0,5. Карамельний сироп не повинен містити кристалів цукру. Він повинен бути стабільним за вологістю та масовою часткою редукуючих речовин.

Готова карамельна маса повинна мати температуру 70 °С, бути прозорою і пластичною. Якщо карамельна маса, охолоджуючись, застигає, її можна підігріти над вогнем, у шафі для смаження. Технологічна схема виготовлення льодяникової карамелі включає наступні стадії: підготовку сировини і напівфабрикатів до виробництва, приготування сиропу, уварювання карамельної маси, формування та загортання карамелі.

	
<p>I. В ковш всипати цукор, налити воду та сироп. Закип'ятити при помірному нагріванні. Не перемішувати до початку кипіння.</p>	<p>II. Після розчинення цукру і закипання сиропу додати барвник згідно рецептури. Продовжувати варіння до досягнення температури 150 °С.</p>
	
<p>III. Готову карамельну масу вилити на силіконовий килимок в одну точку для одержання льодяника круглої форми.</p>	<p>IV. По центру вставити паличку. Перевернути льодяник так, щоб карамель обтекла паличку з обох боків.</p>

Рис.3.3 Етапи виготовлення карамелі

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

### 3.2 Оцінка якості карамелі

Результати оцінки споживчих переваг карамелі дозволяють зробити висновок про те, що даний вид продукції користується попитом у споживачів різних вікових та соціальних груп, при цьому найбільш вагомим показником якості є смак та запах цукерок, а зручність упаковки не має особливого значення для придбання даної продукції. Перед початком органолептичного аналізу необхідно оцінити якість упаковки цукерок, її герметичність, естетичність, а також повноту маркування.

При огляді загорнутої карамелі звертають увагу на чіткість та правильність розташування малюнка, написів на етикетці. Етикетка і підкрутка повинні щільно прилягати до карамелі, але не прилипати до неї. Фарби з етикетки не повинні бруднити поверхню карамелі. При розгортанні карамелі етикетка має легко, без розривів, відокремлюватися від поверхні виробу. Форма карамелі повинна бути правильною, без деформації, відповідати цьому виду виробу. Не допускаються відкриті шви, тріщини та сліди начинки на поверхні карамелі.

Наступним етапом проведення експертизи якості досліджуваних зразків цукерок є проведення органолептичної оцінки якості, для проведення якої було використано 5 бальну дегустаційну шкалу.

Таблиця 3.2

Результати оцінки органолептичних показників якості досліджуваних зразків

Показник	Коефіцієнт вагомості	Зразки			
		1	2	3	4
Смак і запах	0,45	4,0	4,0	4,0	4,0
Поверхня	0,25	4,4	4,4	4,4	4,1
Форма	0,1	4,2	4,2	4,2	4,2
Колір	0,2	3,6	4,2	4,6	3,4
Оцінка, бали		4,04	4,16	4,24	3,93
Категорія якості		Хороша	Відмінна	Відмінна	Хороша

Аналізуючи результати оцінки органолептичних показників якості досліджуваних зразків, можна зробити висновок про те, що всі 4 видів цукерок не мають явних і грубих дефектів, мають досить виражені та властиві смак і запах, властивий колір. За даними таблиці 3.1 видно, що за показником смаку та запаху

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

усі зразки відзначені однаковою кількістю балів, оскільки головні рецептурні інгредієнти їх не відрізняються.

За показниками поверхні та форми всі досліджувані зразки мають незначні відхилення (тріщини та деформації), це пояснює той факт, що дегустаційна комісія не поставила найвищий бал за цими показниками. Дані відхилення істотно не впливають на смак і якість продукту і допустимі вимогами стандарту, так і дегустаційною шкалою, що використовується. Наявність таких відхилень пов'язана з недосконалістю технології виготовлення карамелі в умовах лабораторії.

Досить важливим показником є колір карамелі. Найвищий бал отримав зразок №3 з вмістом барвника 0,3 %. Інші зразки набрали менше балів, оскільки на думку комісії, колір зразків був дещо неприродним, більш чи менш насиченим.

Аналіз таблиці 3.1 показує, що виготовлені зразки ливневої карамелі мають рівномірне забарвлення і чіткі контури льодяника, відповідні смак і запах, суху поверхню і форму, відповідну даному виду виробів. Карамель не має неприємного або стороннього присмаку і запаху. Колір різної інтенсивності зеленого забарвлення, властивий даному найменуванню виробу. Забарвлення рівномірне. Поверхня досліджуваних зразків карамелі суха, без тріщин, вкраплень, з чітким малюнком, без відкритих швів і слідів начинки на поверхні. Форма відповідна даному виду виробів без деформації і перекошу шва. Отже, за органолептичними показниками якості вони відповідають вимогам ДСТУ 3893:2016 «Карамель. Загальні технічні умови».

Неприпустимими дефектами карамелі є: наявність сторонніх присмаків та запахів, плям на поверхні (неоднорідне забарвлення), тріщин, відкритих швів, липка поверхня, деформація. Таких дефектів не було виявлено у жодному зразку.

Завершальним етапом експертизи якості досліджуваних зразків є оцінка фізико-хімічних показників якості.

Нормативною документацією для карамелі регламентується показник вмісту сухих речовин і вологи в карамелі. Для проведення експертизи було обрано додатковий показник якості кислотність. Проведене визначення вмісту в карамелі сухих речовин необхідне для обчислення її вологості, що знаходиться за

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різницею між 100% і кількістю сухих речовин. Нормативні значення досліджуваних зразків наведені за ДСТУ 3893:2016 «Карамель. Загальні технічні умови».

Таблиця 3.3

Результати, отримані за підсумками дослідження фізико-хімічних показників

Показник	Нормативне значення	Зразки			
		1	2	3	4
Питома маса (густина пікнометрично)	не визначається	1,0750	1,0751	1,0751	1,0752
Масова частка сухих речовин, не більше %	97,0	96,97	97,10	97,10	97,23
Масова частка вологи, %, не більше	3,0	3,03	2,90	2,90	2,77
Кислотність, у перерахунку на лимонну кислоту, %, не більше	7,1	3,0	3,0	3,0	3,0

Встановлено, що виготовлена карамельна маса містить вологи від 2,77 до 3,03 % залежно від вмісту барвника в карамелі. Внесення барвника знижує вміст вологи у готовому виробі. Підвищена проти норми вологість робить карамель гігроскопічнішою. Однак низький вміст вологи може стати причиною появи тріщин на поверхні виробу.

Величина титрованої кислотності карамелі вказує на вміст усіх кислих сполук в продукті, і перераховується на лимонну кислоту. На величину кислотності впливає внесення підкислювача, тому її верхній рівень нормується ДСТУ. Оскільки розроблені рецептури не передбачають внесення підкислювача або регулятора кислотності, цей показник в усіх досліджуваних зразках знаходиться на низькому рівні.

Таким чином, за фізико-хімічними показниками якості льодяникову карамель зеленого кольору на паличці, виготовлену за розробленими рецептурами визнано такою, що відповідає вимогам нормативної документації.

Рекомендовано гарантійний термін зберігання карамелі з дня виготовлення не більше ніж 9 міс. для льодяникової без добавок відкритої або упакованої в

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

банки або коробки, або пакети з термоспаювальної плівки або загорнутої згідно ДСТУ 3893:2016 «Карамель. Загальні технічні умови».

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

# РОЗДІЛ ІV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## 4.1 Розроблення принципової схеми виробництва

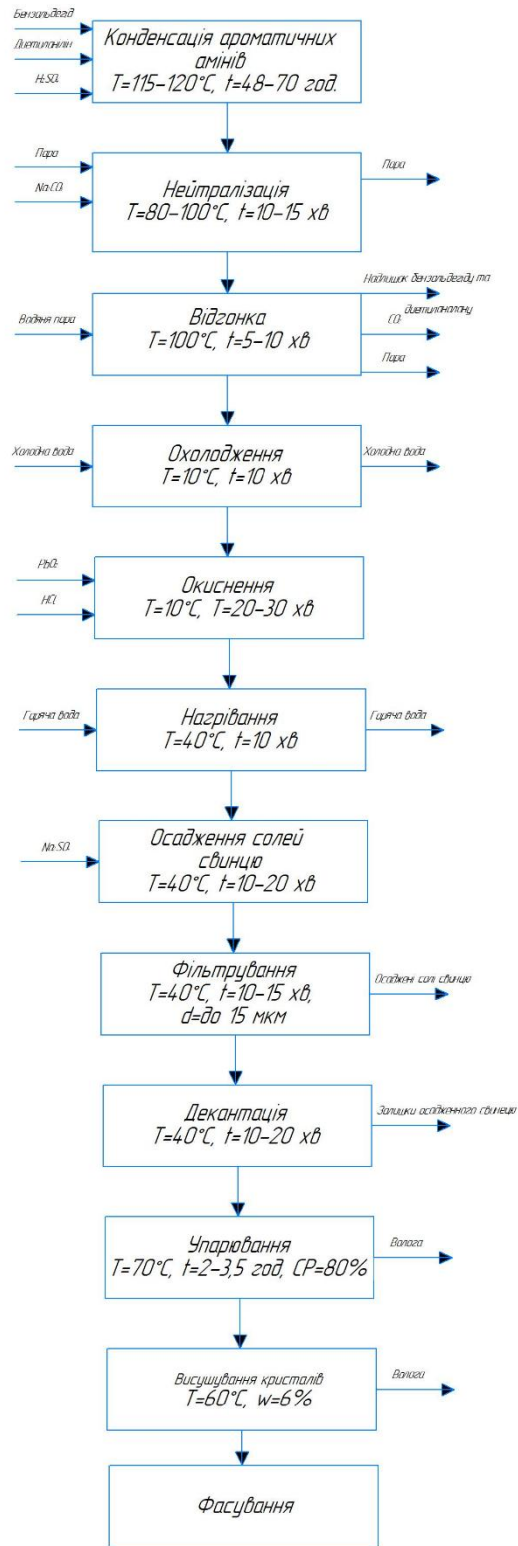


Рис. 4.1 Принципова блок-схема виробництва барвника зелений S

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб		Бєлкін Є.С.			Літера	Арк	Аркушів
Пров		Біла Г.М.				32	77
Н. Контр.		Подобій О.В.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		
Затв.		Носенко Т.Т.			НУХТ. Каф. ТЖХТ		

Проектується синтез барвника за безальдегідним способом. Спосіб полягає в реакції конденсації вторинних або третинних ароматичних амінів з вільним *п*-положенням до аміногрупи, з бензальдегідом в присутності кислих конденсуючих агентів. Реакція протікає через стадію утворення несиметричного бензгідролу, при взаємодії якого з молекулою аміну утворюється лейкосполука барвника.

Згідно проектованої технології, при конденсації бензальдегіду з діетиламініном у виробництві барвника зелений S послідовно утворюються несиметричний 4-діетиламінобензгідрол і 4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметан (лейкосполука барвника):

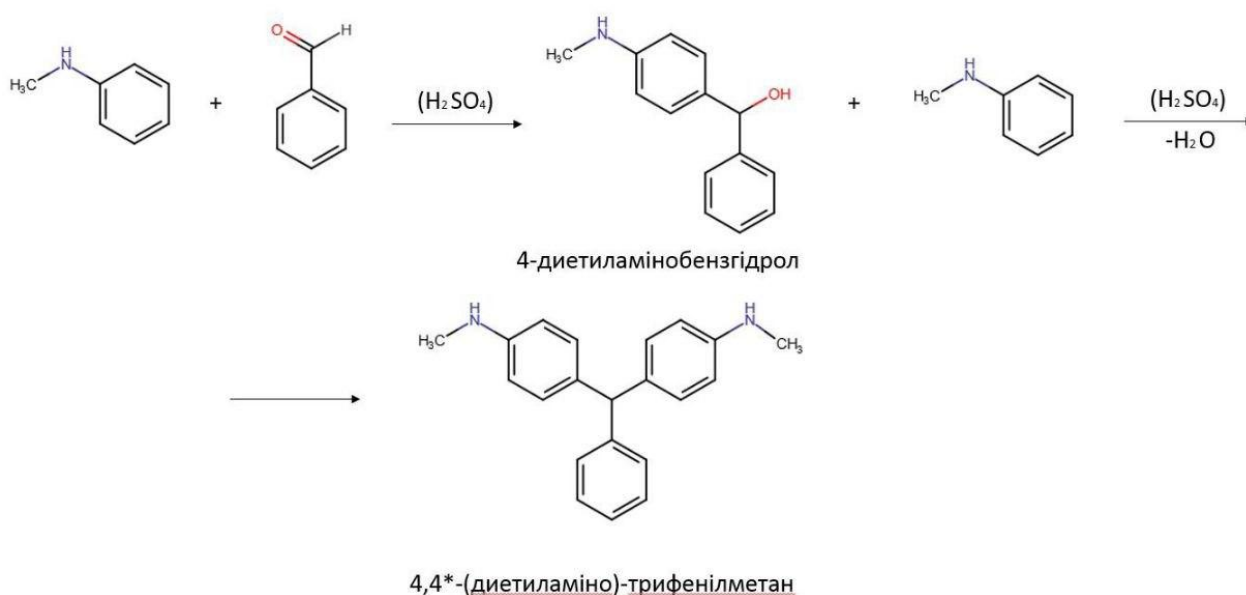


Рис. 4.2 Реакція утворення 4,4'-(діетиламіно)-трифенілметан

Як конденсуючий засіб використовують сірчану кислоту моногідрат в кількості 0,15 моль на 1 моль бензальдегіду. Конденсація протікає при температурі 115 - 120 °С протягом тривалого часу – від 48 до 70 год. Для звільнення утвореної лейкосполуки від непрореагованих бензальдегіду і аміну реакційну масу нейтралізують содою до слабколужної реакції і відганяють ці речовини з водяною парою.

Окисниками для переведення лейкосполуки в карбонільну сполуку є плумбум 4 оксид в кислому середовищі або двоокис марганцю, або двохромовокислі солі. Найбільш доцільним окисником, що виявляє сильну окиснюючу дію в м'яких умовах, є тонкодисперсний плумбум 4 оксид. Для цього


лейкосполуку перед окисненням розчиняють на холоді в розведений соляній кислоті і швидко приливають водну суспензію свіжовиготовленого плюмбум 4 оксид. Реакцію ведуть при температурі не вище 10 °С протягом 10 - 30 хв. Спочатку в кислому середовищі утворюється карбонільна сполука, яка одразу реагує з кислотою з утворенням барвника:

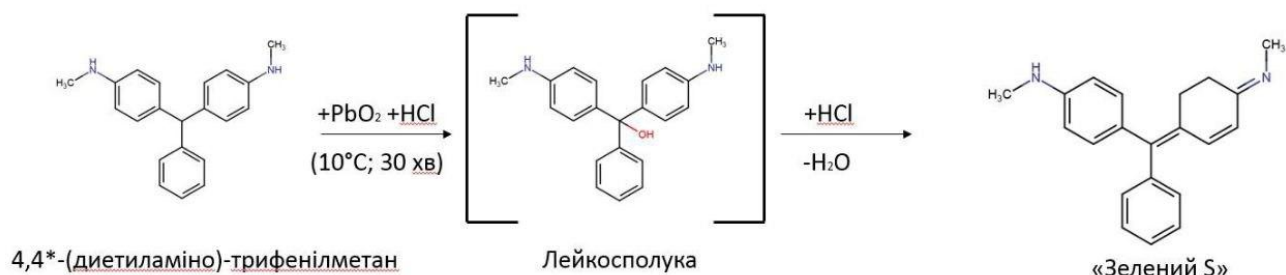


Рис. 4.2 Реакція утворення «Зелений S»

Солі плюмбум 4 оксид осаджують розчином сульфату натрію, і розчин барвника (у вигляді хлориду) відокремлюють фільтруванням. Для очищення від домішок барвник може бути осаджений у вигляді основи підлужнюванням розчину содою при температурі 40 °С і промитий декантацією.

Вміст основного барвника в кінцевому продукті становить не менше 80,0%, побічних барвників – не більше 1,0%.

## 4.2 Розрахунок матеріального балансу процесу

Розрахунок матеріального балансу процесу виробництва барвника «зелений S» слід проводити згідно закону збереження мас [20]: маса вихідних продуктів процесу повинна дорівнювати масі його кінцевих продуктів за формулою  $\Sigma G_{\text{вихідні}} = \Sigma G_{\text{кінцеві}}$

де  $\Sigma G_{\text{вихідні}}$  – сума ваг (мас) вихідних продуктів процесу;

$\Sigma G_{\text{кінцеві}}$  – сума ваг (мас) кінцевих продуктів процесу в тих же одиницях виміру. Розрахунок проводимо на 300 кг бензальдегіду, що взаємодіє з 150 кг діетиламіліну. Вихідні речовини беруть у надлишку для прискорення реакції і збільшення виходу лейкополуки барвника. Ця кількість сировини дозволяє нам отримати продуктивність виробництва 100 кг/цикл.

Вихідні дані:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність виробництва барвника «зелений S» 100 кг/цикл

Витрати на кожній стадії становлять 1 - 2 %

### 1) Стадія конденсації ароматичних амінів

При конденсації бензальдегіду з діетиланіліном у виробництві барвника зелений S спочатку утворюється несиметричний 4-діетиламінобензгідрол.

Кількість реагентів, що не вступили в реакцію, складає 15%:

$$m(\text{бензальдегіду}) = 300 \cdot 0,15 = 45,0 \text{ (кг)}$$

$$m(\text{діетиланіліну}) = 150 \cdot 0,15 = 22,5 \text{ (кг)}$$

У таблиці 4.1 наведено матеріальний баланс стадії конденсації

Таблиця 4.1

Матеріальний баланс на стадії конденсації

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Бензальдегід	300	Бензальдегід	45,0
Діетиланілін	150	Діетиланілін	22,5
Сульфатна кислота	50	Сульфатна кислота	50
		4-діетиламінобензгідрол	464,5
		Вода	18
<b>Сума</b>	<b>600</b>	<b>Сума</b>	<b>600</b>

### 2) Стадія нейтралізації

Утворений на стадії конденсації несиметричний 4-діетиламінобензгідрол нейтралізують содою з одержанням 4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану. Реакційна суміш містить також надлишки бензальдегіду та діетиланіліну з попередньої стадії конденсації, які будуть вилучені на стадії відгонки.

Сода реагує стехіометрично, із втратами 2%.

$$m(\text{соди}) = 50 \cdot 0,02 = 1,0 \text{ (кг)}$$

Побічними продуктами нейтралізації є вуглекислий газ і вода.

Втрати 4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану становлять 2%

$$m(4,4'\text{-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану}) = 464,5 \cdot 0,02 = 9,3 \text{ (кг)}$$

У таблиці 4.2 наведено матеріальний баланс стадії нейтралізації

Таблиця 4.2

## Матеріальний баланс на стадії нейтралізації

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Бензальдегід	45,0	Бензальдегід	45,0
Діетиланілін	22,5	Діетиланілін	22,5
4-діетиламінобензгідрол	464,5	4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану	442,2
Сода	50	Сода	1,0
		Вуглекислий газ	44
		Вода	18
		Втрати 4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану	9,3
<b>Сума</b>	<b>582,0</b>	<b>Сума</b>	<b>582,0</b>

## 3) Стадія відгонки непрореагованих бензальдегіду і діетиланіліну

Відгонка непрореагованих сполук стадії конденсації суміщується з відгонкою вуглекислого газу, утвореного на стадії нейтралізації. Втрати 4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану на цій стадії становлять 2%

$$m(4,4'\text{-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану}) = 442,2 \cdot 0,02 = 8,8 \text{ (кг)}$$

Таблиця 4.3

## Матеріальний баланс на стадії відгонки

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Бензальдегід	45,0	Бензальдегід	45,0
Діетиланілін	22,5	Діетиланілін	22,5
4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану	442,2	4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану	433,4
Вуглекислий газ	44	Вуглекислий газ	44
		Втрати 4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану	8,8
<b>Сума</b>	<b>553,7</b>	<b>Сума</b>	<b>553,7</b>

## 4) Стадія окиснення

Реакцію окиснення ведуть при температурі не вище 10 °С за участю свіжоприготованого дрібнодисперсного порошку плюмбум 4 оксид. Приймаємо, що під час охолодження втрат не відбувається. плюмбум 4 оксид вводять у вигляді водної суспензії. Хлоридна кислота використовується для створення

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кислого середовища і витрачається на взаємодію з проміжною карбонільною сполукою, що утворюється з 4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану. Приймаємо втрати проміжної карбонільної сполуки як 50 кг/цикл.

Втрати лейкосполуки барвника на цій стадії становлять 2%:

$$m(\text{лейкосполуки барвника}) = 433,4 \cdot 0,02 = 8,7 \text{ (кг)}$$

Таблиця 4.4

Матеріальний баланс на стадії окиснення

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану	433,4	Лейкосполука барвника	424,7
Плюмбум 4 оксид	20	Водна суспензія солей плюмбум 4 оксид	70
Вода	50	Втрати проміжної карбонільної сполуки	50
Хлоридна кислота	50	Втрати лейкосполуки барвника	8,7
<b>Сума</b>	<b>553,4</b>	<b>Сума</b>	<b>553,4</b>

**5) Стадія осадження солей плюмбум 4 оксид**

Солі плюмбум 4 оксид осаджують розчином сульфату натрію за температури 40 °С. Приймаємо, що втрат під час нагрівання не відбувається. Сульфат натрію вводять у вигляді дрібнодисперсного порошку в якості «затравки» для утворення центрів кристалізації.

Втрати лейкосполуки барвника на цій стадії становлять 2%:

$$m(\text{лейкосполуки барвника}) = 424,7 \cdot 0,02 = 8,5 \text{ (кг)}$$

Таблиця 4.5

## Матеріальний баланс на стадії осадження

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Лейкосполука барвника	424,7	Лейкосполука барвника	416,2
Водна суспензія солей плюмбум 4 оксид	70	Осад солей плюмбум 4 оксид	70
Сульфат натрію	10	Втрати лейкосполуки барвника	8,5
		Сульфат натрію	10
<b>Сума</b>	<b>504,7</b>	<b>Сума</b>	<b>504,7</b>

## б) Стадія фільтрування солей плюмбум 4 оксид

Осаджені на сульфаті натрію солі плюмбум 4 оксид відокремлюють фільтруванням.

Втрати лейкосполуки барвника становлять 8% через захоплення їх дренажним шаром фільтру:

$$m (\text{лейкосполуки барвника}) = 416,2 \cdot 0,08 = 33,3 \text{ (кг)}$$

Залишок суспензії солей плюмбум 4 оксид після фільтрування не повинен перевищувати 2 кг.

Таблиця 4.6

## Матеріальний баланс на стадії фільтрування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Лейкосполука барвника	416,2	Лейкосполука барвника	383,2
Осад солей плюмбум 4 оксид	70	Осад солей плюмбум 4 оксид	68
Сульфат натрію	10	Суспензія солей плюмбум 4 оксид	2
		Сульфат натрію	10
		Втрати лейкосполуки барвника	33,3
<b>Сума</b>	<b>504,7</b>	<b>Сума</b>	<b>504,7</b>

## 7) Стадія декантації солей плюмбум 4 оксид

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Одержану на попередній стадії лейкополуку барвника промивають декантацією від залишку солей плюмбум 4 оксид. Промивна вода надходить у співвідношенні 1:1 до кількості лейкополуки барвника і частково видаляється на цій же стадії, а її залишок відганяється із одержаного розчину барвника на стадії упарювання. Втрати барвника на стадії декантації становлять 2%:

$$m(\text{барвника}) = 383,2 \cdot 0,02 = 7,7 \text{ (кг)}$$

Таблиця 4.7

Матеріальний баланс на стадії декантації

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Лейкополука барвника	383,2	Розчин барвника	574,8
Суспензія солей плюмбум 4 оксид	2	Суспензія солей плюмбум 4 оксид	2
Промивна вода	383,2	Промивна вода	191,6
		Втрати барвника	7,7
<b>Сума</b>	<b>768,4</b>	<b>Сума</b>	<b>768,4</b>

**8) Стадія упарювання розчину барвника**

Для зменшення енерговитрат під час упарювання передбачено відгонку розчинника у трьохкорпусній випарній установці. Втрати розчину барвника становлять 2% на кожній із послідовних секцій, сукупно 6% на стадії упарювання. Упарювання триває до вмісту сухих речовин 80%.

$$m(\text{розчину барвника}) = 574,8 \cdot 0,06 = 34,5 \text{ (кг)}$$

Таблиця 4.8

Матеріальний баланс на стадії упарювання

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин барвника	574,8	Барвник з вмістом сухих речовин 80%	109,5
		Промивна вода	430,8
		Втрати розчину барвника	34,5
<b>Сума</b>	<b>574,8</b>	<b>Сума</b>	<b>574,8</b>

**9) Стадія висушування барвника**

Висушування одержаних на попередній стадії кристалів барвника ведуть до залишкової вологості 6%. Втрати барвника під час висушування до кондиційної вологості становлять 2%:

$$m(\text{барвника}) = 102 \cdot 0,02 = 2,0(\text{кг})$$

Таблиця 4.9

Матеріальний баланс на стадії висушування

39

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Барвник з вмістом сухих речовин 80%	109,5	Барвник із залишковою вологістю 6%	100
		Волога	7,5
		Втрати барвника	2,0
<b>Сума</b>	<b>109,5</b>	<b>Сума</b>	<b>109,5</b>

Результати розрахунку матеріального балансу зведено в таблицю 4.10.

Матеріальний баланс виробництва барвника зелений S безальдегідним способом

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
<b>Стадія конденсації</b>			
Прихід		Витрати	
Бензальдегід	300	Бензальдегід	45,0
Діетиланілін	150	Діетиланілін	22,5
Сульфатна кислота	50	Сульфатна кислота	50
		4-діетиламінобензгідрол	464,5
		Вода	18
<b>Сума</b>	<b>600</b>	<b>Сума</b>	<b>600</b>
<b>Стадія нейтралізації</b>			
Прихід		Витрати	
Бензальдегід	45,0	Бензальдегід	45,0
Діетиланілін	22,5	Діетиланілін	22,5
4-діетиламінобензгідрол	464,5	4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану	442,2
Сода	50	Сода	1,0
		Вуглекислий газ	44
		Вода	18
		Втрати 4,4'-біс-(діетиламіно)-три-фенілметану	9,3
<b>Сума</b>	<b>582,0</b>	<b>Сума</b>	<b>582,0</b>

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



		Втрати барвника	7,7
<b>Сума</b>	768,4	<b>Сума</b>	768,4
<b>Стадія упарювання</b>			
<b>Прихід</b>		<b>Витрати</b>	
Розчин барвника	574,8	Барвник з вмістом сухих речовин 80%	109,5
		Промивна вода	430,8
		Втрати розчину барвника	34,5
<b>Сума</b>	574,8	<b>Сума</b>	574,8
<b>Стадія висушування</b>			
<b>Прихід</b>		<b>Витрати</b>	
Барвник з вмістом сухих речовин 80%	109,5	Барвник із залишковою вологістю 6%	100
		Волога	7,5
		Втрати барвника	2,0
<b>Сума</b>	109,5	<b>Сума</b>	109,5

#### 4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

Апарати з механічним перемішуванням – найпоширеніша конструкція в сучасній хімічній та мікробіологічній промисловості. Вони мають механічну мішалку, що складається із центрального вала й перемішуючих пристроїв різної форми [5]. Мішалка – рухомий робочий орган механічного перемішуючого пристрою, який здійснює безпосередню дію на рідке середовище [6]. В систему перемішування входять також відбивні перегородки – вузькі металеві пластини, прикріплені до внутрішніх стінок реактора. Ці перегородки запобігають виникненню виру навколо обертової мішалки, переводячи круговий рух рідини у вихровий, рівномірно розподілений по всьому об'єму. Перспективи подальшого застосування апаратів з механічним перемішуванням пов'язані з високою швидкістю масопередачі й значною економією потужності .

Корпус реактора зазвичай складається з вертикальної циліндричної обичайки 1, кришки 7, на якій встановлений привід мішалки 5, та днища 8. Апарати, робочий тиск в яких відрізняється від атмосферного, мають, як правило, еліптичні днища і кришки, причому в апаратах великого діаметру кришки і днища виконують нероз'ємними, а для внутрішнього огляду і чищення таких апаратів на кришці встановлюють люки достатньо великого діаметра. На кришках

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

розміщують також патрубки 9 і 10 для підведення і відведення речовин, подачі стисненого газу, встановлення контрольно-вимірювальних приладів і т. д. Для підведення і відведення теплоти корпус апарату постачають сорочкою 2. Приводом перемішуючого пристрою зазвичай служить електродвигун, сполучений з валом мішалки прямої або заниженої передачі. Для зменшення частоти обертання вала мішалки в порівнянні з валом електродвигуна застосовують різні по влаштуванню редуктори.

За конструктивними особливостями механізму перемішування механічні мішалки поділяють на лопатеві, рамні, якірні, пропелерні, турбінні і спеціальні (гвинтові, шнекові, поршневі та ін.) із вертикальним, горизонтальним або похилим розміщенням вала.

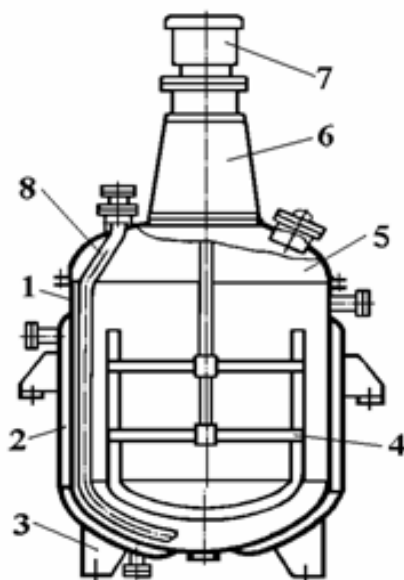


Рисунок 4.4 - Будова реакційного апарату з сорочкою та рамною мішалкою:  
1 - корпус; 2 - сорочка; 3 - опора; 4 - мішалка рамна; 5 - кришка знімна; 6 - редуктор; 7 - електродвигун; 8 - труба для передавлювання середовища

Якірні мішалки успішно використовуються для періодичного перемішування рідин, які мають в'язкість до 100 Па·с. Вони характеризуються малою частотою обертання, великою площею робочих площин і невеликою відстанню між якорем і стінками ємкості. Під час здійснення теплопередачі через стінку ємкості для запобігання утворення стаціонарної плівки між якорем і стінками ємкості використовуються бокові скребки.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

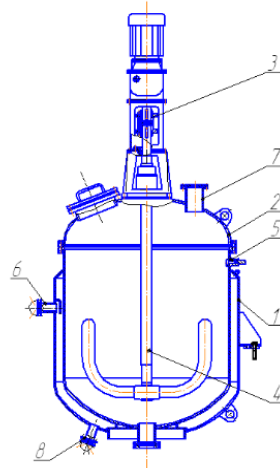


Рисунок 4.5 – Реактор з якірною мішалкою. 1 – сорочка обігріву; 2 – корпус; 3 – кришка; 4 – якірна мішалка; 5-8 – штуцера

Лопатеві мішалки найпростіші за конструкцією. Це плоскі лопаті, встановленні на валу (вертикальному або горизонтальному) під кутом або перпендикулярно до напрямку руху. Кількість лопатей та їх конфігурація може бути різною і визначається конструкцією апарату і властивостями продукту. Лопаті можуть бути згруповані в виді рам, і мати складну конфігурацію руху. Лопатеві мішалки використовують для перемішування малов'язких рідин.

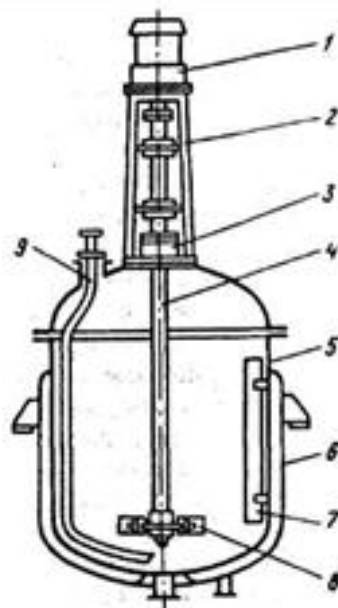


Рисунок 4.6 Реактор з лопатовою мішалкою 1 - привід; 2 - стійка приводу; 3 - ущільнення; 4 - вал; 5-корпус; 6 - сорочка; 7 - відбивна перегородка; 8 – лопатева мішалка; 9 – труба

Зм.З	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата

Пропелерні мішалки використовують для перемішування помірно в'язких рідин. Основним робочим органом є гвинт (пропелер), насаджений на вертикальну, похилу або горизонтальну вісь.

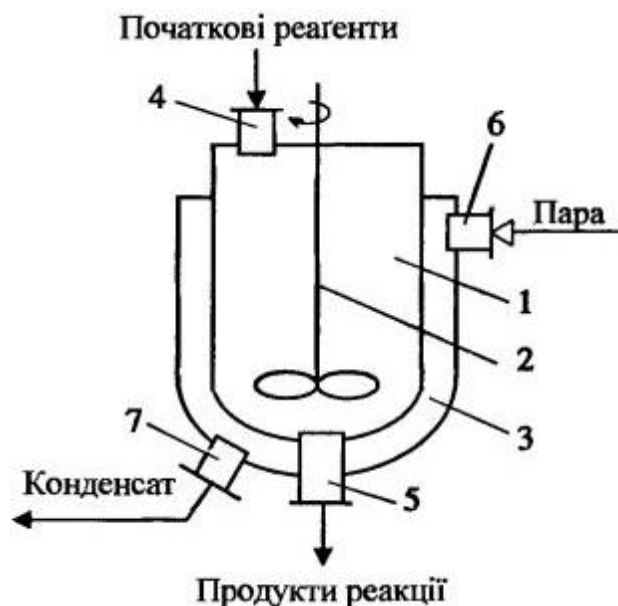


Рисунок 4.7 Реактор з пропелерною мішалкою: 1 - реакційний об'єм; 2 - пристрій для перемішування - механічна пропелерна мішалка; 3 — теплообмінна оболонка; 4,6 — пристрої для введення потоків (5 - штуцер для виведення продуктів реакції; 7 — штуцер для виведення конденсату водяної пари).

Однокорпусна випарна установка включає лише один випарний апарат (корпус). Розглянемо важливу схему одиночного безперервно діючого випарного апарату з природною циркуляцією розчину на прикладі апарату з внутрішньою центральною циркуляційною трубою.

Апарат складається з теплообмінного пристрою - нагрівальної камери 1 і сепаратора 2. Камера і сепаратор можуть бути об'єднані в одному апараті або камера може бути винесена і з'єднана з сепаратором трубами. Камера обігривається зазвичай водяною насиченою парою, що надходять в її міжтрубний простір. Конденсат відводять знизу камери. Піднімаючись по трубах, що обігриваються 3, випарований розчин з утворенням вторинної пари. Відділення пари від рідини відбувається у сепараторі 2. Звільнений від бризок і крапель вторинна пара видаляється з верхньої частини сепаратора. Частина рідини опускається по циркуляційній трубі 4 під нижні трубні грати гріючої камери. Внаслідок різниці щільностей розчину в трубі 4 і парорідкістної емульсії в трубах

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

З рідина циркулює по замкнутому контуру. Випарений розчин видаляється через штуцер у днищі апарата. Є також конструкції випарних апаратів без циркуляційної труби. Якщо випарювання проводиться під вакуумом, то вторинна пара відсмоктується в конденсатор пари, з'єднаний з вакуум-насосом. Випарений розчин видаляється з кінцевого днища апарату. Слід зазначити, що у всіх конструкціях випарних апаратів з циркуляцією розчину трубах кипить розчин практично кінцевої концентрації, т.к. з допомогою кипіння ці апарати є апаратами ідеального змішування.

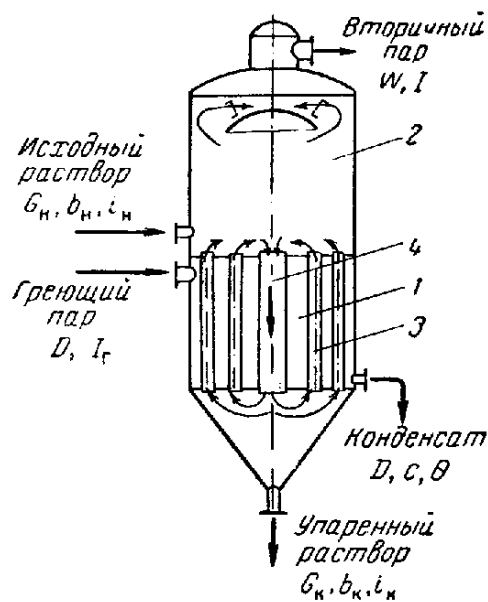


Рисунок 4.8 Схема пристрою одиночного (однокорпусного) випарного апарату: 1 – нагрівальна камера; 2 – сепаратор; 3 – кип'ятільні труби; 4 – циркуляційна труба

Багаторазове випарювання проводять у кількох послідовно з'єднаних апаратах, в яких тиск підтримують таким чином, щоб вторинна пара попереднього корпусу можна було використовувати як греючу пару в кожному наступному корпусі. Така організація процесу призводить до значної економії пари, що гріє.

Залежно від взаємного напрямку руху розчину та пари, що гріє, з корпусу в корпус розрізняють прямоточні та протиточні випарні установки, а також установки з паралельною або змішаною подачею розчину в апарати. Найбільшого поширення в промислових установках отримали прямоточні випарні установки, в яких пар і випарований розчин направляють в перший корпус 1, потім частково

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

випарений розчин самопливом перетікає в другий корпус 2 і т.д.; вторинний пар першого корпусу спрямовують як гріючої пари на другий корпус і т.д.

Прямоточна випарна установка в порівнянні з іншими має деякі переваги: оскільки перетікання розчину з корпусу в корпус завдяки різниці тисків йде самопливом, відпадає необхідність в установці насосів для перекачування киплячих розчинів. Температури кипіння розчину та тиску вторинних парів у кожному наступному корпусі нижче, ніж у попередньому, тому розчин у корпусі (крім першого) надходить перегрітим. Теплота, що виділяється при охолодженні розчину до температури кипіння в наступному корпусі, йде на додаткове випаровування розчинника з цього розчину. Це називають *самовипаром*.

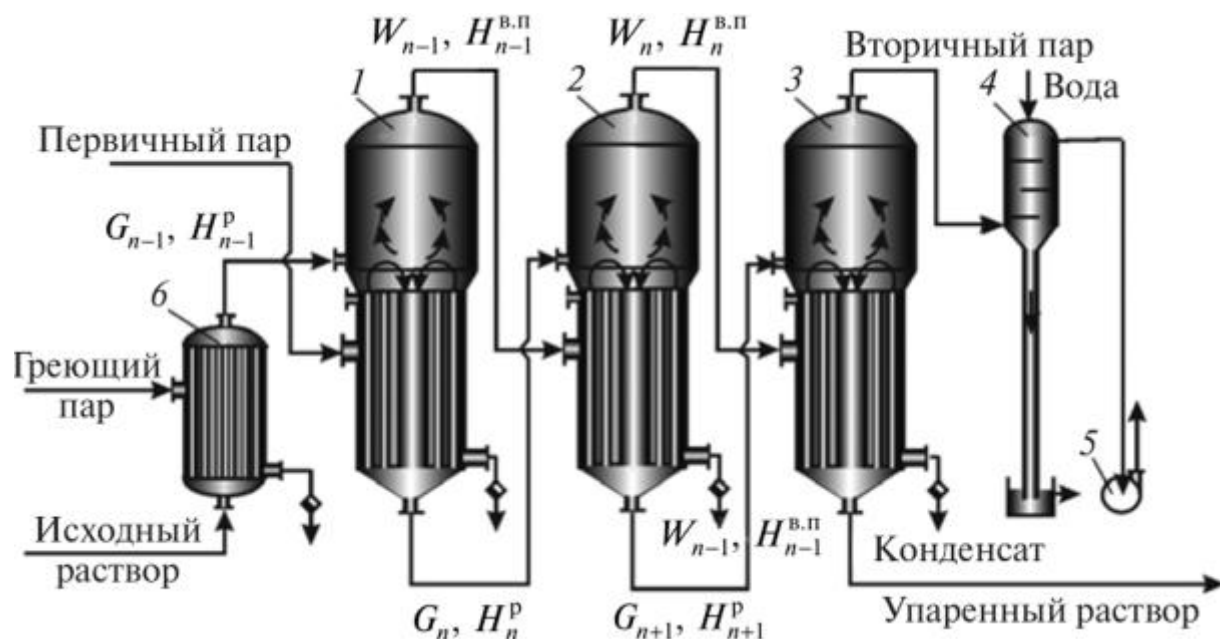


Рисунок 4.9 Прямоточна трикорпусна випарна установка: 1,2,3 - випарні апарати; 4 - барометричний конденсатор; 5 - вакуум-насос; 6 – теплообмінник.

Розпилювальні сушарки використовуються для сушки рідких і пастоподібних продуктів (молоко, меланж, соки, екстракти, ферменти, вітаміни тощо). За способом розпилення вони поділяються на дискові і форсункові. Внаслідок розпилення продукту на дрібні частинки в цих апаратах створюється велика поверхня контакту продукту з гарячим повітрям, при цьому процес сушіння протікає в перебігу декількох секунд, а продукт при висушуванні знаходиться в підвішеному стані. Розпилення може здійснюватися за допомогою гідравлічних (механічних) і

пневматичних форсунок або відцентрових (дискових) розпилювачів. Інші способи розпилення застосовуються рідко.

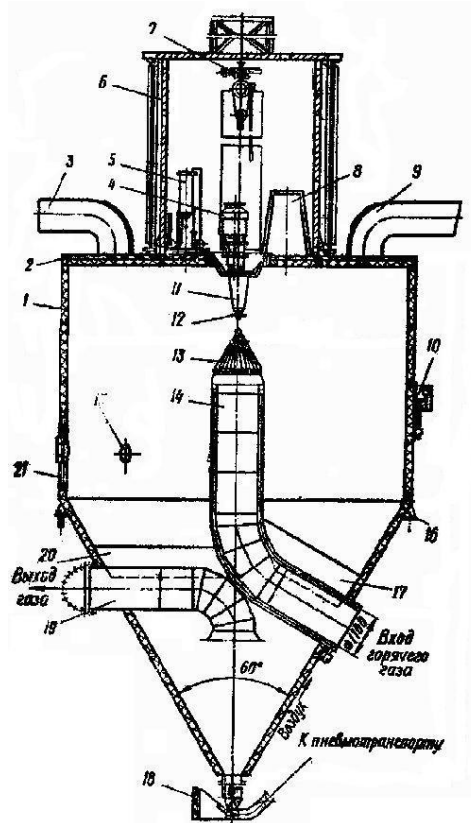


Рисунок 4.10 Розпилювальна дискова сушарка

1 - корпус сушильної камери; 2-переєкритіє камери; 3,9 - патрубкн запобіжних клапанів; 4-електродвигун; 5 - масляний фільтр; 6 - намет; 7 - електроталь; 8 - підставка; 10 - вібратор; 11 - відцентровий розпилюючого механізм; 12 - диск розпилювальних; 13 - завіхриваючая головка; 14 - трубопровід для сушильного агента; 15-вікно; 16 - опора сушильної камери; 17,20 - захисні козирки; 18 - вигружатель до пневмотранспорту; 19 - трубопровід відпрацьованого сушильного агента; 21 - двері .

#### 4.4 Розрахунок площ виробничих приміщень

За призначенням площі цехів діляться на виробничі, допоміжні і службово-побутові.

Виробнича площа включає площі, зайняті виробничим обладнанням і робочими місцями близько цього обладнання, верстаками, стендами, а також робочими місцями для виконання слюсарних, складальних і допоміжних

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

виробничих операцій робочими місцями майстрів і контролерів, засобами механізації та автоматизації, міжопераційному транспортом, складами заділів, проходами і проїздами між рядами верстатів (за винятком магістральних).

Допоміжна площа включає площі, зайняті допоміжними підрозділами (ремонтними і інструментальними службами, лабораторіями, складами), а також міжцехових магістральними проїздами.

На службово-побутових площах розміщуються приміщення для адміністративно-технічного персоналу і громадських організацій, об'єкти санітарно-гігієнічного призначення, громадського харчування.

Загальною площею цеху називається сума виробничих і допоміжних площ без службово-побутових приміщень.

Площа цехів, відділень або технологічних ділянок може бути виражена в будівельних квадратах ( $6 \times 6 = 36 \text{ м}^2$ ).

Орієнтовно площу виробничого цеху розраховують за формулою,  $\text{м}^2$

$$F_{\text{ц}} = K \sum F_{\text{м}} ;$$

де  $K$  – коефіцієнт запасу площі, який залежить від характеру виробництва, наявності транспортних засобів, габаритних розмірів обладнання. Чим менші розміри обладнання, тим вищий коефіцієнт;

$\sum F_{\text{м}}$  – сумарна площа, що зайнята технологічним обладнанням, без урахування площі обслуговування,  $\text{м}^2$ ;

$F_{\text{ц}}$  – площа виробничого цеху,  $\text{м}^2$ .

Таблиця. 4.11

#### Розрахунок площі цеху

Найменування обладнання	Габаритні розміри, мм	Кількість	Площа 1-го апарату, $\text{м}^2$	Загальна площа, $\text{м}^2$
Реактор	$d \cdot h = 1850 \cdot 3000$	4	2,69	10,76
Теплообмінник «труба в трубі»	$h \cdot a \cdot b = 3840 \cdot 895 \cdot 4050$	1	3,62	3,62
Пластинчастий теплообмінник	$h \cdot a \cdot b = 2272 \cdot 895 \cdot 6220$	1	5,57	5,57
Закритий дисковий фільтр	$d \cdot h = 660 \cdot 1132$	1	0,34	0,34
Розпилювальна	$d \cdot h = 1100 \cdot 1760$	1	0,95	0,95

									Арк.
									49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА				

сушарка				
Вакуум-випарна установка	$d \cdot h = 1360 \cdot 2400$	4	1,45	5,80
Центробіжний насос	$h \cdot a \cdot b = 110 \cdot 404 \cdot 225$	10	0,10	1,00
Кулачковий насос	$h \cdot a \cdot b = 274 \cdot 570 \cdot 236$	2	0,13	0,26
Циклон	$d \cdot h = 557 \cdot 1745$	1	0,24	0,24
Разом				28,54

Площа цеху виражається у будівельних квадратах згідно формули:

$$F_{\text{ц}} = F3 / 36$$

Площа циліндричних апаратів дорівнює добутку площі кола на висоту апарату. Площа прямокутних апаратів – добуток довжини на ширину.

Площа лінії дорівнює сумі площ апаратів:  $F_{\text{лін}} = 28,54 \text{ м}^2$ .

Площа цеху при коефіцієнті запасу 8 становить:  $F_{\text{ц}} = 8 \cdot 28,54 = 228,32 \text{ м}^2$ .

Приймаємо площу допоміжних приміщень 40% від площі основного обладнання:  $F_{\text{д}} = 1,4 \cdot 228,32 = 319,65 \text{ м}^2$ .

Загальна площа цеху становить:  $F_{\text{б.к.}} = 319,65 / 36 = 8,8 \approx 9 \text{ б.к.}$

#### 4.5 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва

Вихідні реагенти – бензальдегід і діетаноламін надходять в реактор з якірною мішалкою 1. Як конденсуючий засіб в реактор 1 подають сірчану кислоту моногідрат в кількості 0,15 моль на 1 моль бензальдегіду. Конденсація протікає при температурі 115 - 120 °С протягом тривалого часу – від 48 до 70 год.

Для звільнення утвореної лейкосполуки від непрореагованих бензальдегіду і аміну реакційну масу насосом 2 перекачують в реактор з рамною мішалкою 3. Її нейтралізують содою до слабколужної реакції і насосом 4 подають на випарну установку 6, де відганяють ці речовини з водяною парою.

Очищений розчин лейкосполуки охолоджують до температури 10 °С в теплообміннику 7 і насосом 8 передають на окиснення в реактор з лопотевою мішалкою 9. Окисником для переведення лейкосполуки в карбонільну сполуку є тонкодисперсний двоокис плумбум 4 оксид в кислому середовищі. Для цього лейкосполуку перед окисненням розчиняють на холоді в розведеній соляній

									Арк.
									50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА				

кислоті і швидко приливають водну суспензію свіжевиготовленого двоокису плумбум 4 оксид. Реакцію ведуть при температурі не вище 10 °С протягом 10 - 30 хв. Спочатку в кислому середовищі утворюється карбонільна сполука, яка одразу реагує з кислотою з утворенням барвника.

Солі плумбум 4 оксид, що утворились під час окиснення лейкосполуки, осаджують розчином сульфату натрію в реакторі з рамною мішалкою 13 за температури 40 °С, після проходження пластинчастого теплообмінника 11. Для відокремлення солей плумбум 4 оксид розчин барвника (у вигляді хлориду) насосом 15 подають на фільтр 15.

Для очищення від домішок барвник осаджують у вигляді основи підлужнюванням розчину содою в реакторі з пропелерною мішалкою 17 і тут же промивають декантацією. Надлишкову вологу з промивного розчину барвнику послідовно вилучають на трикорпусній випарній установці 19, 21, 23, рух розчинника між корпусами забезпечується насосами 18, 20 та 22. Висушування сконцентрованого барвника до вмісту основного продукту 80 % відбувається на розпилювальній сушарці 25, для вловлювання твердих пилоподібних частинок в лінії передбачено циклон 27. Готовий продукт пневматичним насосом 26 надходить у збірник 28, звідки направляється на фасування в фольговані пакети насипною масою 1 кг.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

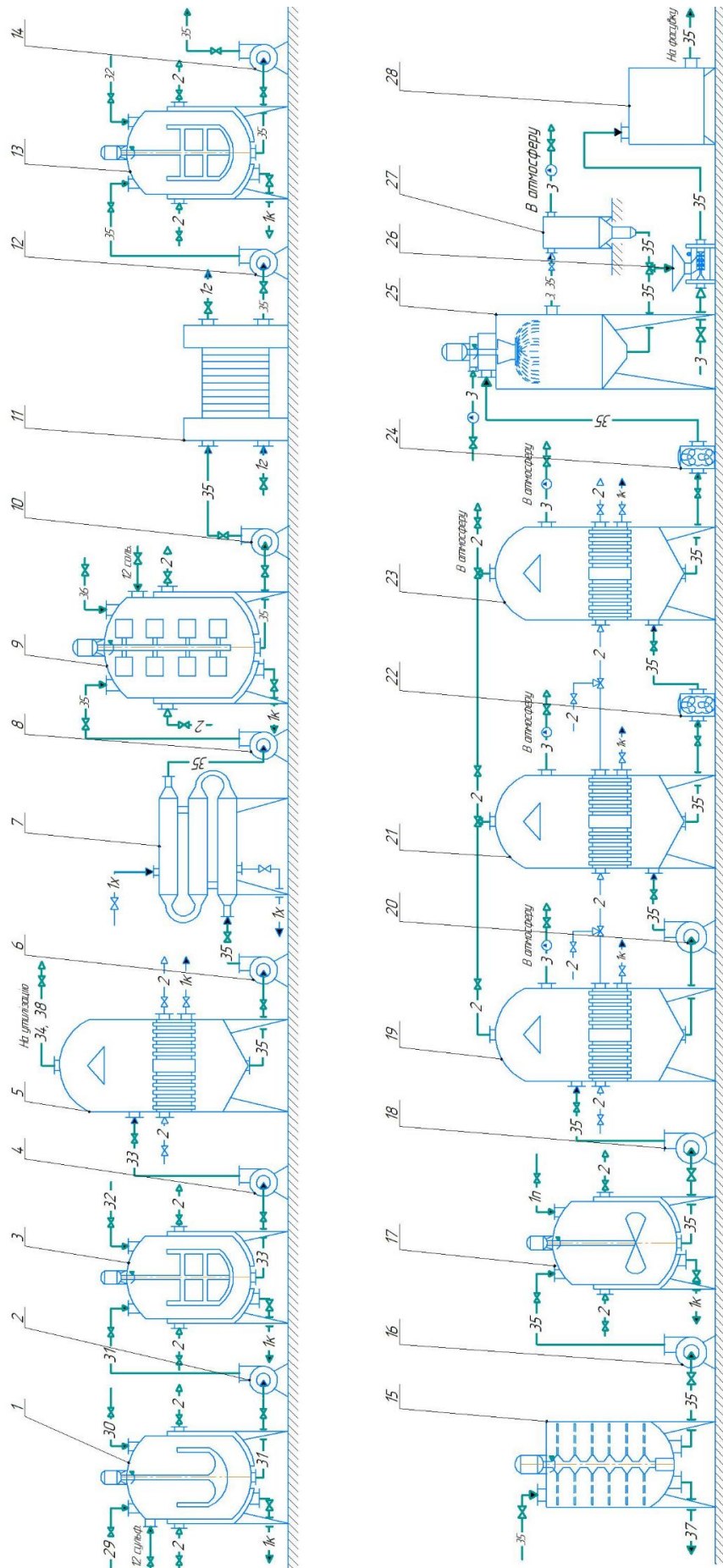


Рис. 4.2 Апаратурно-технологічна схема виробництва барвника зелений S

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

#### 4.6 Контроль якості готової продукції

Зелений S або E142 – добавка, що належить до синтетичних харчових барвників, надає забарвлення червоно-зеленого або синьо-зеленого відтінку і на сьогоднішній день активно використовується в харчовій промисловості Європи, Австралії та Нової Зеландії, в той же час як в Японії, Канаді, США, Фінляндії, Швеції та Норвегії ця речовина заборонена для використання як харчова добавка, оскільки може завдати шкоди здоров'ю людини.

Дана добавка має вигляд темно-синього або темно-зеленого порошку, іноді гранул насиченого зеленого кольору, або представлена у вигляді зелено-синього майже чорного водного розчину. Речовина витримує температуру нагрівання до 150 градусів Цельсія, тобто є досить термостійкою, розчиняється у воді, частково розчиняється в етанолі, не розчинна в олії, має помірну стійкість до лугів і впливу світла, а також стійка до впливу фруктових кислот. Для підтримки стабільності у навколишньому середовищі E142 потребує нейтрального значення рН.

За органолептичними показниками барвники повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

##### Органолептичні показники барвника

Найменування показника	Норма
Зовнішній вигляд, колір барвника	Темно-синій або темно-зелений порошок чи гранули
Колір розчину	Синьо-зелений

Спектрофотометричні характеристики барвників наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

##### Спектрофотометричні характеристики барвника

Найменування показника	Норма
Довжина хвилі, що відповідає максимуму світлопоглинання, нм:	632
Питомий коефіцієнт світлопоглинання, E (1% р-н, кювета 1 см)	1720
Розчинник	Дистильована вода

За фізико-хімічними показниками барвники повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 4.3

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## Фізико-хімічні показники барвників

Найменування показника	Норма
Масова частка основного барвника, %, не менше	80,0
Масова частка речовин, що не розчиняються у воді, %, не більше	0,20
Масова частка речовин, екстрагованих ефіром, %, не більше	0,20
Масова частка супутніх барвників, %, не більше	1,0
Масова частка втрат при висушуванні при 135°C, %, не більше	20,0
Масова частка несульфонованих первинних ароматичних амінів у перерахунку на анілін, %, не більше	0,01
Масова частка речовин лейкооснови, %, не більше	5,0

**Упаковка**

Упаковка барвника повинна відповідати вимогам, встановленим у [1] та [3] або нормативним правовим актам, що діють на території держави, яка ухвалила стандарт.

Барвник упаковують у продуктові мішки з мішкових тканин за ГОСТ 30090, відкриті паперові мішки марки НМ та ПМ за нормативним документом, що діє на території держави, що прийняла стандарт, ящики з гофрованого картону для харчових продуктів за ГОСТ 1351. тканин, паперових мішків марки НМ, ящиків з гофрованого картону повинні вставлятися мішки-вкладиші за ГОСТ 19360 з поліетиленової плівки нестабілізованої марки Н і товщиною не менше 0,08 мм за ГОСТ 10354.

Тип і розміри мішків, граничну масу барвника, що упаковуються, встановлює виробник.

Полімерні мішки-вкладиші після їх заповнення заварюють або зав'язують шпагатом із луб'яних волокон за ГОСТ 17308.

Верхні шви тканинних та паперових мішків повинні бути зашиті машинним способом лляними нитками за ГОСТ 14961 або іншими нитками, що забезпечують механічну міцність шва.

Допускається застосування інших видів упаковки, що забезпечують збереження барвників при зберіганні та транспортуванні та виготовлених із матеріалів, що відповідають вимогам, встановленим [3] або нормативними правовими актами, що діють на території держави, яка ухвалила стандарт.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Правила приймання**

Барвник приймають партіями.

Партією вважають кількість барвника одного найменування, виготовлена за один технологічний цикл, в однаковій упаковці, отримана одним виробником по одному документу, що супроводжується товаросупровідною документацією, що забезпечує простежуваність продукції.

Для перевірки відповідності барвника вимогам стандарту проводять приймально-здавальні випробування з якості упаковки, правильності нанесення маркування, маси нетто, органолептичних та фізико-хімічних показників та періодичні випробування за показниками безпеки.

Вибірку пакувальних одиниць здійснюють методом випадкового відбору.

Контроль якості упаковки та правильності маркування проводять зовнішнім оглядом усіх пакувальних одиниць, що потрапили у вибірку.

Контроль маси нетто барвника у кожній пакувальній одиниці, що потрапила у вибірку, проводять по різниці маси бруто та маси пакувальної одиниці, звільненої від вмісту. Межа допустимих негативних відхилень від номінальної маси нетто барвників у кожній упаковці - не більше 15 г на 1000 г барвника.

## **Транспортування та зберігання**

Барвник перевозять у критих транспортних засобах усіма видами транспорту відповідно до правил транспортування вантажів, що діють на відповідних видах транспорту.

Барвник зберігають в упаковці виробника в сухих опалюваних складських приміщеннях на дерев'яних стелажах або піддонах при температурі  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$  та відносній вологості повітря не більше 60%.

Не допускається транспортування та зберігання барвника спільно з сильними окиснювачами, кислотами, лугами, що знебарвлюють і різко пахнуть хімікатами.

Термін придатності барвника встановлює виробник.

Рекомендований термін придатності барвника – три роки з дня виготовлення.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Контроль якості наведено згідно ГОСТ 32745-2014 Добавки пищевые. Красители триарилметановые. Технические условия. (Food additives. Triarylmethane colours. Specifications)

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

## РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

При визначенні собівартості окремих видів продукції (робіт, послуг) використовується угруповання витрат за одиницю продукції за статтями калькуляції, необхідна у процесі ціноутворення різні види виробів (продукції), розрахунку їх рентабельності, аналізу витрат за виробництво однакових виробів із конкурентами тощо.

Калькуляція – це обчислення собівартості одиниці виробленої продукції чи послуг за статтями витрат. На відміну від елементів кошторису витрат, статті калькуляції собівартості поєднують витрати з урахуванням їхнього конкретного цільового призначення та місця освіти.

Об'єктами калькуляції є окремі вироби, групи виробів, напівфабрикати, роботи та послуги, собівартість яких визначається. Аналітичний облік витрат за виробництво ведеться по об'єктах калькуляції. Для кожного об'єкта необхідно правильно вибрати калькуляційну одиницю, у якій застосовують, в основному, натуральні (тонни, метри) та умовно-натуральні одиниці, обчислені за допомогою коефіцієнтів. Калькуляційні одиниці можуть збігатися із обліковою натуральною одиницею. Застосування укрупнених калькуляційних одиниць спрощує складання планових та звітних калькуляцій.

Групування витрат за статтями калькуляції відображає цільове використання ресурсів на виробництво продукції відповідно до технологічних процесів підприємства. Вирізняють такі основні групи витрат, які включають до виробничої собівартості продукції (робіт, послуг):

прямі матеріальні витрати;

прямі витрати на оплату праці;

інші прямі витрати;

змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі

витрати.

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб		Бєлкін Є.С.			РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ		
Пров		Біла Г.М.					
						57	77
Н. Контр.		Подобій О.В.			НУХТ. Каф. ТЖХТ		
Затв.		Носенко Т.Т.					

Водночас виробнича собівартість продукції зменшується на вартість супутньої продукції. При цьому вартість супутньої продукції залежатиме від напрямку її споживання: для реалізації стороннім організаціям вона оцінюватиметься за справедливою вартістю, а для використання на виробництві або для внутрішньогосподарських потреб підприємства – за вартістю її можливого використання.

1) Витрати по статті «Сировина та основні матеріали». Витрати за статтею «Сировина та матеріали» включають до собівартості окремих виробів (групи виробів) і замовлень прямим шляхом. Витрати допоміжних матеріалів, що використовуються при виготовленні продукції (робіт, послуг) і для забезпечення виробничого процесу, обліковують у цілому так само, як і основних наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Сировина та основні матеріали

Найменування компонентів	Норма витрат на 100 кг продукції, кг/шт.	Ціна 1 кг сировини, грн.	Вартість сировини та основних матеріалів, грн.
Бензальдегід	300	397,7	119310,0
Діетиланілін	150	480,0	72000,0
Сульфатна кислота	50	36,0	1800,0
Сода	50	14,0	700,0
Плюмбум 4 оксид	20	270,0	5400
Хлоридна кислота	50	55,0	2750,0
Сульфат натрію	10	45,0	450,0
Пакети фольгованігерметичні на 1 кг	100	4,27	427,0
Всього			202837,00

2) Витрати по статті «Покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій». Покупні напівфабрикати – це вироби, виготовлені іншими підприємствами та призначені для виробництва певних видів продукції.

У цю статтю включаються витрати на придбання в порядку виробничої кооперації готових покупних виробів і напівфабрикатів, які використовуються для комплектування виробів або піддаються додатковій обробці на даному

					РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємстві для отримання готової продукції (радіоелементи, мікросхеми та ін.).

Не відображають у цій статті калькуляції вартість комплектуючих виробів, що не потребують обробки та монтажу на підприємстві

Витрат за даною статтею на виробництві відсутні.

**3) «Паливо та енергія на технологічні цілі».** До цієї статті калькуляції включають вартість усіх видів палива та енергії (як таких, що отримуються зі сторони, так і таких, що виробляються самим підприємством), які безпосередньо витрачаються в технологічному процесі виробництва продукції (при виконанні робіт, наданні послуг). В енергоємних виробництвах витрати на енергію доцільно виділити в окрему статтю калькуляції «Енергія на технологічні цілі».

Витрати на паливо, енергію та інші матеріальні ресурси формуються виходячи з цін придбання, включаючи витрати на транспортування, зберігання і доставку, які здійснюються сторонніми організаціями, матеріальних витрат, пов'язаних з транспортною доставкою (у тому числі вантажно-розвантажувальні роботи) матеріальних ресурсів транспортом і персоналом підприємства, втрат від нестачі матеріальних цінностей у дорозі в межах норм природного збитку наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Паливо та енергія на технологічні потреби

Назва сировини	Од. вим.	Норми витрат сировини на 100 кг продукції	Вартість одиниці сировини, грн	Вартість сировини на 750 кг продукції, грн.
Пара	Гкал	60	178,00	10680
Вода	м <sup>3</sup>	989	2	1978
Електроенерг	кВт	1550	1,70	2635
Всього				15293

**4) Транспортно-заготівельні витрати.** Транспортно-заготівельні витрати на сировину, матеріали, куповані комплектуючі вироби, напівфабрикати і паливо в окрему статтю калькуляції не виокремлюються, а включаються до вартості (статті) вказаних матеріальних ресурсів. Облік цих витрат ведеться за групами і підгрупами матеріальних ресурсів, що

					РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються у виробництві, та їх відносної величини щодо придбаних матеріалів (тверде паливо, рідке паливо, шихтові матеріали, скло, метали за групами тощо).

Затрати на паливо і мастильні матеріали для машин і механізмів, які застосовуються на роботах, розраховуються по кількості механізмів, продовженню їх роботи в годинах, витрат розходу палива за одну годину і вартості однієї тони палива.

Транспортні витрати по доставці сировини та основних матеріалів приймаємо у розмірі 1,5% від їх вартості:

$$202837,00 \cdot 0,015 = 3042,6 \text{ грн.}$$

**5) Зворотні відходи.** Зворотні відходи (віднімаються) – це вартість залишків сировини, матеріалів і напівфабрикатів, якщо вони повністю або частково втратили споживчі якості вихідного матеріалу і в силу цього використовуються з підвищеними витратами або не використовуються за своїм призначенням. Поворотними вважаються відходи, які можуть бути спожитим самим підприємством або реалізовані на сторону

Витрати за цією статтею на виробництві відсутні.

**б) Основна заробітна плата робітників виробництва.** У цю статтю включаються витрати на оплату праці виробничих робітників, безпосередньо пов'язаних з виготовленням продукції, виконанням робіт і послуг наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Основна заробітна плата робітників

Посада робітника	Розряд	Кількість робітників	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний фонд робочого часу, год.	Річний тарифний фонд заробітної плати, грн.
Наладчик	4	1	11,57	1760	20363,2
Оператор лінії	4	1	11,57	1760	20363,2
Фасувальник	4	2	11,57	1760	40726,4
Всього		8			81452,8

					РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Режим роботи виробництва однозмінний, продуктивність підприємства 740 кг/добу, річна продуктивність :

$$220 \cdot 100 = 22000 \text{ кг/рік}$$

Витрати по статті «Основна заробітна плата робітників» на 100 кг готової продукції становлять:  $81452,8 / 22000 = 3,70$  грн./ 100 кг

**7) Додаткова заробітна плата робітників виробництва.** Додаткова заробітна включає виплати, передбачені законодавством про працю та положень з оплати праці на підприємстві. Сюди входять виплати компенсуючого та стимулюючого характеру: оплата чергових і додаткових відпусток, оплата навчальних відпусток, оплата пільгових годин підлітків, оплата перерв у роботі матерів-годувальниць, виконання державних обов'язків, одноразові винагороди за стаж, за звання за професією, за класність і т.д.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 15 % від фонду основної заробітної плати. Витрати по цій статті на 1 кг готової продукції складають:

$$3,70 \cdot 0,15 = 0,56 \text{ грн./100 кг}$$

**8) Відрахування на соціальне страхування.** До цієї статті калькуляції включають нарахований єдиний соціальний внесок на суми основної та додаткової заробітної плати робітників виробництва у розмірах, установлених законодавством.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 30 % від суми основної та додаткової заробітної плати.

Витрати по цій статті на 100 кг готової продукції складають:

$$(3,70 + 0,56) \cdot 0,3 = 1,28 \text{ грн./100 кг}$$

**9) Витрати на утримання та експлуатацію обладнання.** При проектуванні нового цеху складаються з наступних витрат:

а) на амортизацію робочих машин і основного технологічного устаткування, засобів КІП, автоматики та обчислюваної техніки;

б) на поточний ремонт; приймаємо у розмірі 5% від вартості зазначених вище (у пункті «а» статті 9);

в) на утримання устаткування; приймаємо у розмірі заробітної плати з відрахуваннями (38,86%) ремонтної групи робочих.

					РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 150 % від фонду основної заробітної плати:

$$3,70 \cdot 1,50 = 5,55 \text{ грн./100 кг}$$

**10) Загальновиробничі витрати.** До цієї статті калькуляції включають тільки змінні та постійні розподілені загальновиробничі витрати, тобто ті, які формують виробничу собівартість продукції (робіт, послуг).

Проте на невеликих підприємствах, а також при безцеховій структурі управління загальновиробничі витрати розподіляють по підприємству в цілому.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 200 % від фонду основної заробітної плати:

$$3,70 \cdot 2,00 = 7,4 \text{ грн. /100 кг}$$

**11) Супутня продукція (вираховується), отримана одночасно з основним продуктом у єдиному технологічному процесі.** До статті калькуляції «Супутня продукція» на підприємствах включається вартість попутної продукції, отриманої в результаті комплексної переробки основної сировини в єдиному технологічному процесі. Ця продукція повинна за якістю відповідати встановленим стандартам і технічним умовам і призначатися для подальшої переробки або відпуску стороннім організаціям.

Попутною продукцією зазвичай вважають ту продукцію, ціна якої (ринкова ціна) нижче ціни інших продуктів. Можливі випадки, коли ціна одного продукту значно вище за ціну інших, тоді такий продукт називають основним (*main product*), а інші – попутними (побічними).

На виробництві супутня продукція відсутня.

**12) Інші виробничі витрати.** До складу інших прямих виробничих витрат включаються всі інші виробничі витрати, які можуть бути безпосередньо віднесені до конкретного об'єкта витрат, зокрема плата за оренду земельних і майнових паїв, амортизація, втрати від браку, які становлять вартість остаточно забракованої продукції (виробів, напівфабрикатів) та витрати на виправлення браку за винятком: остаточно забракованої продукції за справедливою вартістю; суми, що відшкодовується працівниками, які допустили брак; суми, одержаної від постачальників за неякісні матеріали і комплектуючі вироби.

					РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 5 % від фонду основної заробітної плати наведено у таблиці 5.4:

$$3,70 \cdot 0,05 = 0,9 \text{ грн./100 кг}$$

Таблиця 5.4

Калькуляція собівартості виробництва

№ п/п	Стаття собівартості	Сума витрат, грн./кг
1	Сировина та основні матеріали	202837,00
2	Покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій	-
3	Паливо та енергія на технологічні цілі	15293,00
4	Транспортно-заготівельні витрати	3042,60
5	Зворотні відходи	-
6	Основна заробітна плата робітників виробництва	3,70
7	Додаткова заробітна плата робітників виробництва	0,56
8	Відрахування на соціальне страхування	1,28
9	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	5,55
10	Загальновиробничі витрати	7,40
11	Супутня продукція	0
12	Інші виробничі витрати	0,90
	Всього	2211,91

Вартість 1 кг одержаного продукту становитиме:

$$221191,39 / 100 = 2211,91 \text{ грн.}$$

На сьогоднішній день середня ціна 1 кг барвника зелений S кислоти на ринку Україна становить 3000 грн.

Ефективність господарської та фінансової діяльності підприємства характеризують показником рентабельності. Показники рентабельності розраховуються як відношення різноманітних показників прибутку до вкладеного капіталу, обсягу продажу, використаних ресурсів, здійснених витрат, тощо. Загальний рівень рентабельності підприємства знаходять:

$$R_{п} = (ВП / С) \cdot 100\%,$$

де ВП – валовий прибуток підприємства, грн.; С – загальна виробнича собівартість, грн.

Рентабельність виробництва малеїнової кислоти на підприємстві складатиме:  $R = (3000,00 - 2211,91) / 2211,91 \cdot 100 \% = 35,63 \%$ .

					РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Фарбопродуруючі та фарбообробні підприємства належать до розряду водоемних і скидають висококонцентровані стічні води. У стічних водах цих підприємств виявлено понад 50 видів органічних та мінеральних сполук, а також текстильні волокна та інші речовини. У випадку потрапляння у водойми ці речовини знищують живі організми. Фарбуючі речовини та детергенти негативно впливають на органолептичні властивості води і надають їй неприємного смаку та запаху за рахунок стабілізації у воді інших сполук, властивості солюбілізації та емульгування.

Джерела забруднення стічних вод синтетичними барвниками як на підприємствах, де їх виготовляють, так і на підприємствах, де їх використовують у технологічних процесах, можна умовно поділити на три групи:

- стічні води, які утворюються на стадіях фільтрування (виділення барвника у технологіях його отримання та відділення пофарбованої субстанції у технологіях фарбування;
- стічні води, які утворюються від промивання технологічного обладнання;
- поверхневі води, забруднення барвником яких відбувається внаслідок промивання забруднених поверхонь. Перші із цих стічних вод є найбільш забрудненими і потребують найглибшого очищення.

Стічні води, одержані після промивання технологічного обладнання є менш концентрованими за забрудниками. Щодо забруднення поверхневих вод, то концентрація в них барвника великою мірою залежить від культури виробництва і повноти реалізованих заходів щодо захисту навколишнього середовища від шкідливих чинників виробництва.

Усі відомі в літературі методи фізико-хімічного очищення стічних вод від барвників можна поділити на три основні групи. Перша група методів забезпечує вилучення забруднень шляхом перетворення їх у осад за допомогою сорбції на частинках

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб		Белкін Є.С.			<b>ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>		
Пров		Біла Г.М.					
						64	77
Н. Коитр.		Подобій О.В.			<b>НУХТ. Каф. ТЖХТ</b>		
Затв.		Носенко Т.Т.					

гідроксидах металів, які утворюються в процесі реагентної обробки стічних вод. Для методів цієї групи (коагуляція, реагентна напірна флоатація, електрокоагуляція та іншим) притаманні такі недоліки:

- невисокий ступінь очищення, особливо щодо знебарвлення;
- необхідність емпіричного підбору реагентів та матеріалу електрода, що ускладнює обробку суміші стоків складом, який часто змінюється;
- труднощі в автоматизації дозування реагентів;
- утворення значної кількості вологих осадів або флотошлаків;
- необхідність в додаткових спорудах для їх обезводнення, складування та захоронення, що не унеможливорює забруднення ґрунту та підземних водоносіїв.

Друга група об'єднує деструктивні методи, в основі яких є глибокі перетворення органічних молекул унаслідок редокс-процесів. З деструктивних методів най ширше використовують очищення стічних вод окислювачами, реагентною відновно-окислюючою, електрохімічною та електрокаталітичною деструкцією. Їм притаманні деякі переваги, а саме: висока ефективність і технологічність, компактність і простота автоматизації та управління. Але разом із перевагами в очищенні стічних вод окислювачами існує і низка недоліків: невисокий ступінь окислення хімічно стійких органічних речовин, у результаті чого можливе утворення більш токсичних речовин; складність апаратного оформлення вузла генерування окислювача. За умови реалізації реагентної відновно-окислювальної деструкції потрібно проводити доочищення стічних вод, а за умови реалізації електрохімічної та електрокаталітичної деструкції необхідна велика затрата електроенергії та застосування обладнання великих розмірів.

Третя група охоплює сепаративні методи, такі, як сорбція на активованому вугіллі та макропористих іонітах, інших видах сорбентів, у тому числі на природних сорбентах, зворотний осмос, ультрафільтрація, пінна сепарація, електрофлоатація. Ці методи, окрім двох останніх, забезпечують високий ступінь очищення стічних вод.

**Сорбційний метод** – це процес, яким легко керувати. Він дає змогу видаляти забруднення надзвичайно широкої природи майже до будь-якої

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

остаточної концентрації, незалежно від їх хімічної стійкості. У цьому процесі відсутні вторинні забруднення. Саме тому ми вибрали його як перспективний для очищення стоків від барвників. На нашу думку найперспективніше застосовувати для очищення природні дисперсні сорбенти, які є порівняно недорогими, а тому не потребують регенерації, широко розповсюдженими в надрах України, ефективними у використанні. Проте на відміну від деяких авторів [21] вважаємо, що із відомих дисперсних сорбентів як потенційні сорбенти варто розглядати глинисті мінерали, які здатні під впливом гідратації збільшувати розміри адсорбційних ємностей, що створює сприятливі умови для сорбції великих за розміром молекул синтетичних барвників (на відміну від природних цеолітів, які мають жорсткий каркас). Як такі потенційні сорбенти ми розглядали бентоніти, глауконіти та палигорськіти.

**Бентоніти** – це корисні копалини у вигляді дрібнодисперсних високопластичних гірських порід істотно смектитового складу, які мають (у різному ступені) зв’язуючі тиксотропні та сорбційні властивості [22]. Звичайно це щільні, грузлі, жирні на дотик породи з осколковим чи напівраковистим зламом найрізноманітніших відтінків – від білого до чорного (звичайно – блакитні, зелені та жовті тони) [22]; з водою утворюють гель, у процесі висихання якого на поверхні створюється «зморшкувата» тріщинувата скоринка, що нагадує кольорову капусту. У воді бентоніти набухають (лужні) чи розпадаються на дрібні частинки (лужноземельні).

Характерною особливістю монтморилонітової структури є те, що молекули води та інших полярних рідин, зокрема деяких органічних молекул, можуть входити в міжшарові простори, викликаючи набухання решітки. Міжшарові відстані полярних молекул і монтморилоніту можуть мати товщину в декілька молекулярних шарів. Між силікатними шарами є обмінні катіони, і міжплощинні відстані повністю дегідратованого монтморилоніту деякою мірою залежать від розмірів міжшарових катіонів: чим крупніші катіони, тим ця відстань більша

**Палигорськіти** (торгова назва – атапульгіти) належать до групи мінералів, що у природному виді мають високі адсорбційні властивості, які зумовлені своєрідною будовою кристалічних ґраток мінералу, що утворюється з породи –

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

палигорськіту. Палигорськіт – глинистий мінерал з різко вираженою анізотропією, унаслідок чого його кристали мають подовжену голчасту форму. У природних умовах первинні частки палигорськіту – голки упаковуються в субмікроскопічні агрегати, що мають ланцюгову чи овальну будову. Така морфологія визначає високу питому поверхню, що дає змогу використовувати їх як ефективні адсорбенти. За своєю кристалохімічною будовою палигорськіт належить до групи водяних алюмомагнієвих шаруватострічкових силікатів, у яких алюміній і магній наявні приблизно в однакових кількостях. Вихідними структурними елементами кристалічних ґраток палигорськіту є тетра- та октаедричні плоскі сітки.

Палигорськіт ефективний для очищення питної води від колоїдів та інших забруднюючих речовин. Деякі дослідники вважають, що додавання глини зменшує неприємний запах і смак води та пом'якшує її.

**Глауконіт** – мінерал класу силікатів (групи гідроліт). Високомагнієвий глауконіт називається селадонітом, високоглиноземистий – сколітом. Кристалізується в моноклінній сингонії. Структура шарова. Поширений у вигляді тонкокристалічних, інколи ґрунтоподібних агрегатів. Забарвлення зелене різноманітних відтінків. Твердість 2–3. Густина 2200–2900 кг/м<sup>3</sup>. Володіє високими катіонообмінними властивостями (до 50 мг-екв. на 100 г). Утворюється в процесі діагенезу осадів, а також в ґрунтах та корі вивітрювання. Характерний для всіх геологічних систем, починаючи з докембрію. Є одним із основних мінералів, що використовуються для визначення віку осадових порід. Глауконіт застосовують для виготовлення мінеральних масел та фарб, відбілюючих речовин, як сорбент, для виробництва декоративного бетону та цементу, в скляній промисловості.

Сорбент глауконіт використовують для очищення доквілля від нафтопродуктів та пов'язаних з ними токсикантів у процесі експлуатації нафтогазових родовищ для очищення стічних вод.

Застосування глауконіту дає змогу видалити із забруднених вод радіоактивні ізотопи (на 65–98%), важкі метали, ефективно очищувати

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

промислові стоки також від завислих речовин, поверхнево-активних речовин, гербіцидів, пестицидів, фенолів, текстильних барвників тощо.

Найбільш поширеними методами для дестабілізації стійкої колоїдної системи стічних вод, забруднених барвниками, є коагуляційні методи, оскільки крім зниження забарвлення води та хімічного і біологічного споживання кисню вони дозволяють видалити стабілізовані колоїдні домішки, які надають воді високої мутності.

Недоліками реагентних методів є невисокий ступінь очищення, особливо за знебарвленням, необхідність емпіричного підбору реагентів, труднощі в їх дозуванні, утворення значної кількості осадів, необхідність знешкодження, поховання або складування останніх.

При внесенні в оброблювану систему розчину  $FeSO_4$  у якості каталізатору, ефективність очищення (знебарвлення) стічної води відносно низька: до 72 %. Деяке підвищення до 76 % ефективності руйнування барвника досягається його окисненням реактивом Фентона під дією УФ-випромінювання (рис. 6.1 крива 2).

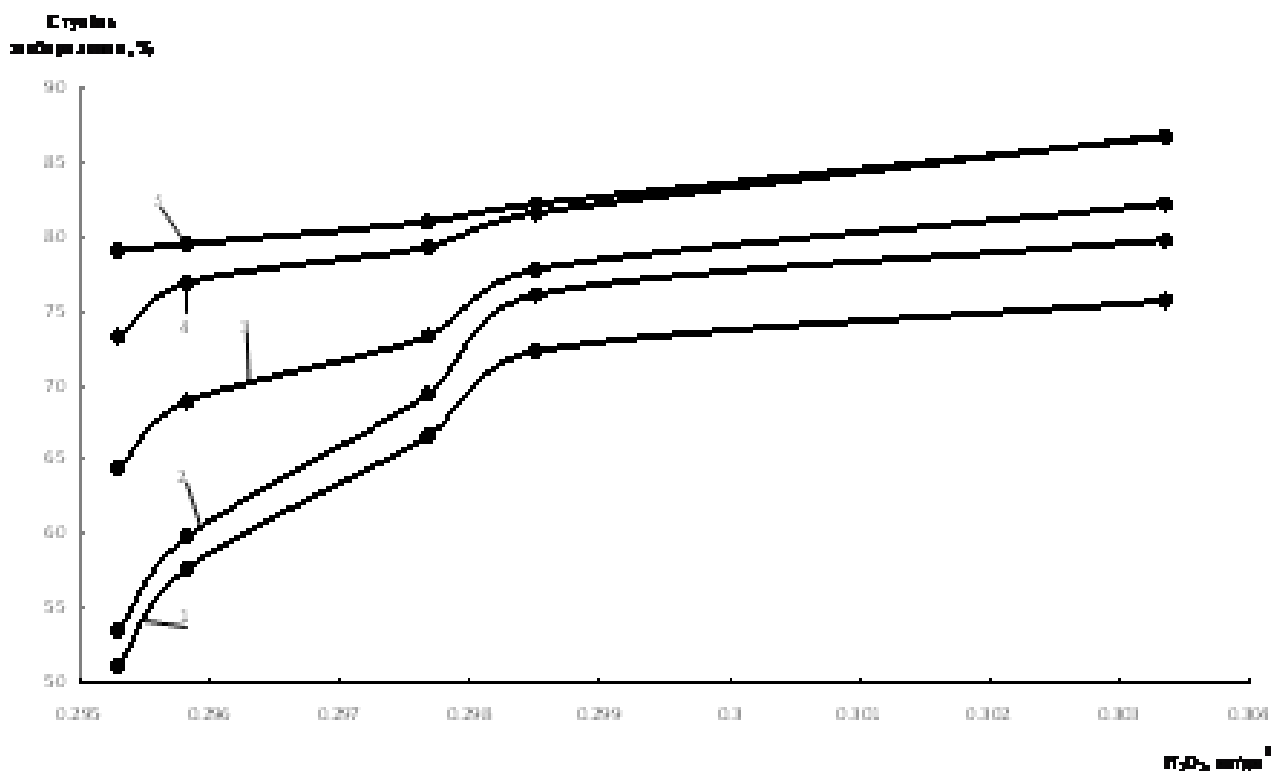


Рис. 6.1. Вплив різних окисних систем на ефективність деструкції барвника

Цей ефект обумовлений фотовідновленням невеликої кількості залишкових аквакомплексів тривалентного феруму, в результаті чого в системі утворюється додаткова концентрація каталізуючих іонів  $Fe^{2+}$ .

Оскільки з метою зменшення кількості відходів водоочищення за даною технологією пропонується використовувати багаторазово регенерований розчин коагулянту феруму (III) сульфату, то доцільно дослідити ефективність цілеспрямовано внесених у складі регенерованого коагулянту іонів  $Fe^{3+}$  як каталізатора в системі  $[H_2O_2]/[Fe^{3+}]$  на ступінь знебарвлення стічної води, забрудненої барвником активним яскраво-блакитним КХ після первинної коагуляційної обробки.

Встановлено, що при цьому ефективність видалення барвника збільшується до 78 % (рис. 6.1, крива 3). За умови ще й УФ-випромінювання ступінь руйнування органічного барвника до простих речовин може бути збільшено до 85 %, проте активна дія іонів  $Fe^{3+}$  зі складу регенерованого коагулянту вища (рис. 6.1, крива 5) в діапазоні концентрацій водню пероксиду від 0,295 до 0,300 моль/дм<sup>3</sup>, аніж зі складу технічної солі  $Fe_2(SO_4)_3$  (рис. 6.1, крива 4). Вища каталітична активність регенерованого коагулянту пояснюється наявністю в ньому вільної сульфатної кислоти, яка ініціює утворення  $OH\cdot$ .

Застосування деструктивних методів очищення стічних вод від барвників мають ряд істотних переваг в порівнянні з реагентними. В першу чергу, це їх висока ефективність і технологічність, компактність, простота автоматизації і керування. В більшості випадків при їх реалізації не утворюються осади. При деструктивному очищенні органічні барвники розщеплюються до більш простих, легко окисних органічних продуктів або мінеральних сполук. Проте використання методів каталітичного окиснення є доцільним як метод доокиснення після попередньої коагуляційної обробки стічних вод, забруднених барвниками, з метою видалення стійкої колоїдної системи.

Ефективним для знебарвлення стічних виявилось використання іммобілізованого титану (IV) оксиду у поєднанні з УФ-опроміненням.

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

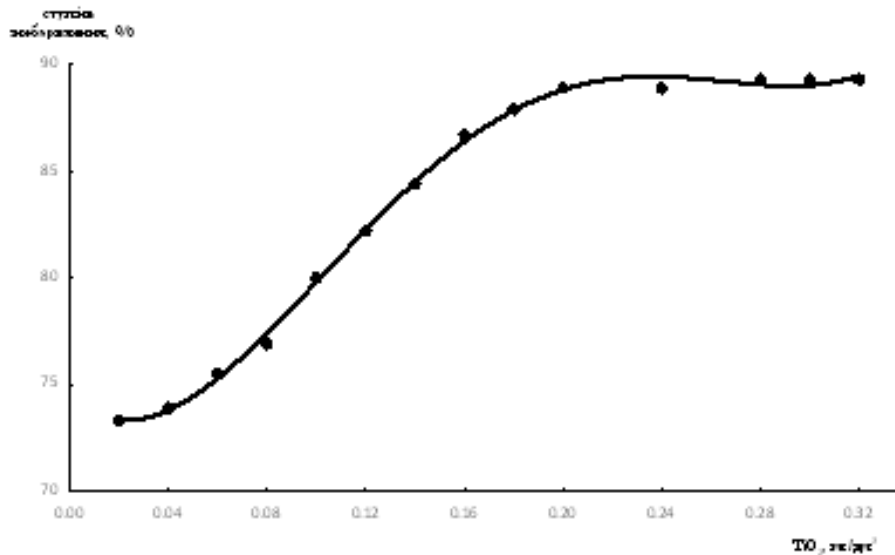


Рис. 6.2. Вплив концентрації  $TiO_2$  на ефективність деструкції барвника

Цей ефект базується на здатності оксидів перехідних металів прискорювати утворення гідроксид-радикалів за рахунок фотоемісії електронів з поверхні перехідних металів. В результаті при внесенні в стічну воду розчину феруму сульфату (III) і порошку  $TiO_2$  у кількості  $0,2 \text{ мг/см}^3$  ступінь окиснення скл ав майже 90 % (рис. 6.2).

Розповсюдженим деструктивним методом очищення стічних вод від барвників, характерних для стічних вод текстильних підприємств, є глибоке окиснення барвників у стічних вод за допомогою озону [23]. Порівняння методів коагуляції і озонування показало, що ефект знебарвлення у випадку озонування вищий, ніж при обробці коагулянтами [24]. В той же час, озонування стічних вод, які не пройшли попереднього очищення, нераціонально із-за різкого підвищення витрат озону на окиснення високих концентрацій різноманітних органічних речовин молекулярного і колоїдного ступеня дисперсності.

До деякої міри альтернативним озонуванню є глибоке окиснення продуктів руйнування барвників у стічних водах за допомогою інших видів окисників. В якості такого окисника використовують водню пероксид. До його основних технологічних переваг слід віднести високу розчинність у воді, стабільність, можливість обробки води в широкому діапазоні температур, просте апаратурне оформлення. Особливо ефективно процес окиснення відбувається за присутності каталізатора.

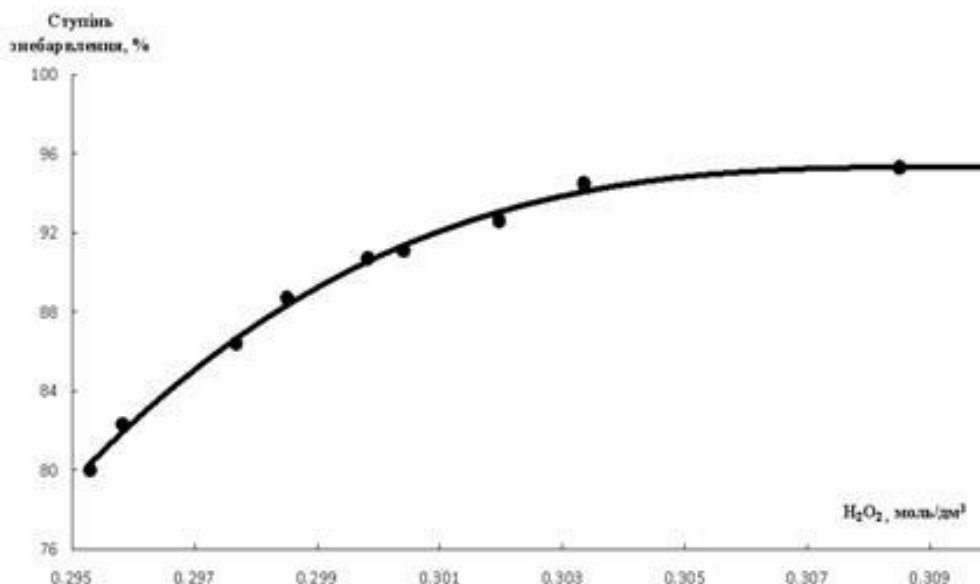


Рис. 6.3. Вплив концентрації водню пероксиду на ефективність знебарвлення стічної води

Залишковий вміст барвника складає  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  і таку воду безпечно зливати в каналізацію.

Проте при очищенні стічної води водню пероксидом не завжди вдається досягти необхідного ступеня очищення, оскільки такі органічні сполуки, як бензол, толуол, етанол та інші є стійкими до дії  $H_2O_2$ , а швидкість окиснення при обробці розбавлених стічних вод досить низька. У зв'язку з цим широко застосовуються окисні методи, засновані на диспропорціонуванні водню пероксиду з утворенням реакційно-спроможних гідроксидних радикалів  $OH\cdot$ ; останні є електрофільними реагентами і можуть взаємодіяти з донорами електронів. До таких окисних методів можна віднести фотоліз  $H_2O_2$  і його каталітичний розклад під дією іонів  $Fe^{2+}$  (система Фентона) [25].

Для комплексного очищення стічних вод забруднених завислими речовинами різного агрегатного стану і органічними барвниками, запропоновано на першому етапі провести коагуляційну обробку з видаленням колоїдної системи та основної частини барвника до (90 %), а доочищення стоків реалізовувати фотоокисними методами. При застосуванні каталітичної системи  $[H_2O_2] / [Fe^{3+}] / [TiO_2] / \text{УФ}$  ступінь знебарвлення стічної води після коагуляційної обробки досягає 95 %, при концентрації  $H_2O_2$   $0,303 \text{ моль/дм}^3$  і  $TiO_2$   $0,2 \text{ мг/см}^3$ .

## РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ

У харчовій промисловості багатьох країн добавка Е 142 є дозволеною добавкою, наприклад, в ЄС, Австралії та Новій Зеландії. У вітчизняному харчовому виробництві вона може використовуватися для фарбування джемів, желе, мармеладів та інших аналогічних продуктів переробки фруктів, включаючи низькокалорійні; консервованого пюре із зеленого горошку, консервованих фруктів, глазуrowаних овочів та фруктів; хлібобулочних, макаронних та кондитерських виробів; морозива, фруктового льоду та інших десертів, включаючи молочні; продуктів з риби та ракоподібних, м'ясних та рибних аналогів на основі рослинних білків, сирів; соусів, приправ та гірчиці; закусок, супів, дієтичних сумішей та БАДів; а також алкогольних та безалкогольних напоїв. В ЄС дозволений для фарбування всіх фармацевтичних та косметичних засобів, використовується також як барвник для вовни та шовку

### Вимоги безпеки

За ступенем впливу на організм людини барвник відповідно до ГОСТ 12.1.007 належить до речовин помірно небезпечних – третього класу небезпеки.

Барвник належить до горючих матеріалів відповідно до ГОСТ 12.1.044.

Під час роботи з барвником необхідно використовувати спецодяг, засоби індивідуального захисту за ГОСТ 12.4.011 та дотримуватися правил особистої гігієни.

При виконанні аналізів необхідно дотримуватись вимог техніки безпеки при роботі з хімічними реактивами за ГОСТ 12.1.007 та ГОСТ 12.4.103.

Організація навчання працюючих безпеці праці за ГОСТ 12.0.004.

Виробничі приміщення, в яких проводять роботи з барвниками, та приміщення, де проводять роботи з реактивами, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією за ГОСТ 12.4.021.

Електробезпека під час роботи з електроустановками – за ГОСТ 12.2.007.0.

					<i>ННХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розраб</i>		<i>Белкін Є.С.</i>			<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Пров</i>		<i>Біла Г.М.</i>					72	77
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				<b>НУХТ. Каф. ТЖХТ</b>		
<i>Затв.</i>		<i>НосенкоТ.Т.</i>						

Приміщення лабораторії має відповідати вимогам пожежної безпеки за ГОСТ 12.1.004 та мати засоби пожежогасіння за ГОСТ 12.4.009.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати норм, встановлених ГОСТ 12.1.005 [26].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

## ВИСНОВКИ

1. Проведено літературний пошук даних щодо хімії та технології отримання виробництва харчової добавки E142 барвник зелений S. Проаналізовано фізико-хімічні властивості добавки, гранично допустимий вміст в продуктах харчування та вплив на організм людини.

2. Розроблено рецептуру, отримано в лабораторії та апробовано застосування барвника зелений S у виробництві льодяникової карамелі. Досліджено властивості та запропоновано виготовлення льодяникової карамелі з цукру-рафінаду і патоки, з вмістом барвника 0,3%.

3. Проаналізовано промислові методи одержання харчового барвника зелений S та обрано безальдегідний спосіб його виробництва, що полягає в конденсації бензальдегіду з діетиланіліном в кислому середовищі. Складено принципову схему виробництва за обраним способом, підібрано комплект технологічного обладнання та оформлено апаратурно-технологічну схему. Проведено матеріальний розрахунок по стадіям виробництва (з урахуванням втрат) для одержання 100 кг готового продукту.

4. Проведено розрахунок економічних показників виробництва. Вартість 1 кг продукту, одержаного за запропонованим бензальдегідним способом становитиме 2211,91 грн. Така ціна є конкурентоспроможною на ринку харчових добавок України, рентабельність виробництва обрахована на рівні 35,63%.

5. Розглянуто методи очищення стічних вод, забруднених барвниками. Доведено доцільність їх нейтралізації при застосуванні каталітичної системи  $[H_2O_2]$  /  $[Fe^{3+}]/[TiO_2]$  / УФ, коли ступінь знебарвлення стічної води після коагуляційної обробки досягає 95 %.

6. Розглянуто вимоги безпеки при виробництві барвника зелений S, його ГДК та норми застосування в харчовій та іншій продукції.

					<i>ННІХТ.3ХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розраб</i>		<i>Белкін Є.С.</i>			<b>ВИСНОВКИ</b>	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Пров</i>		<i>Біла Г.М</i>					<i>74</i>	<i>77</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навч. посібник. Львів: Центр Європи, 2009. 836 с.
2. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. С-П: ГИОРД, 1999. 80 с.
3. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P.: Food Chemistry. 4th revised and extended edn, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2019.
4. Caballero B. (ed.). Guide to nutritional supplements. – Kidlington, Oxford: Elsevier Ltd., 2009. 565 p.
5. Velisek J. The Chemistry of Food. Wiley-Blackwell, 2014. 1124 p.
6. Болотов В.М. Нечаев А.П., Сарафанова Л.А. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение. СПб.: ГИОРД, 2008. 240 с.
7. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки: Энциклопедия. 2-е изд., испр. и доп. СПб: ГИОРД, 2014. – 808 с.
8. Ластухін Ю.А. Пищевые добавки. Е-коды. Строение. Получения. Свойства. Учеб. пособие. Львов: Центр Европы, 2019. – 836 с.
9. Заборонені харчові добавки (або ще не дозволені) в Україні. URL: <http://dobavki-info.org.ua/zaboroneni-harchovi-dobavky.html>. Дата посилання: (27.01)
10. Мельниченко Т.І. До питання визначення синтетичних барвників в харчових продуктах. Современные проблемы токсикологии, 2010. №5. С. 33–36.
11. Офіленко Н.О. Актуальність і безпечність використання барвників у харчових продуктах. URL: [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Otkhv/2010\\_26/Ofilenko.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Otkhv/2010_26/Ofilenko.pdf). Дата посилання: (04.02)
12. Попович Н.А., Катаева С.Е., Мельниченко Т.И. К оценке опасности применения синтетических пищевых красителей. Современные проблемы токсикологии, 2010. №2. С. 33–39.
13. Смирнова С.В. Аллергия и псевдоаллергия (к вопросам распространенности, этиологии, патогенеза, дифференциальной диагностики и терапии). Красноярск : Гротеск, 1997. – 220 с.
14. Смоляр В.І. Сучасні проблеми використання харчових добавок. URL: [http://www.medved.kiev.ua/Web\\_journals/Arhiv/Nutrition/2009/1-\\_09/str05.pdf](http://www.medved.kiev.ua/Web_journals/Arhiv/Nutrition/2009/1-_09/str05.pdf). Дата посилання: (10.02)
15. Шубина Г. Красители в пищевой промышленности. Что можно, а что нет. Мясной бизнес, 2009. № 8. С. 22–26.
16. Waggel W. J. Analysis of thresholds for carcinogenity. J. Toxicol. Lett, 2004. №1–3. P. 415–419.

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.022. 161.005.КР. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб		Белкін Є.С.			Літера	Арк	Аркушів
Пров		Біла Г.М.				75	77
Н. Контр.		Подобій О.В.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
Затв.		Носенко Т.Т.					

17. ТР ТС 029/2012 Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

18. ТР ТС 005/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки»

19. Пищевые добавки. Энциклопедия. Часть II. Словарь. URL: [http://deus1.com/dobavki\\_pischevye-zoloto.html#ЗЕЛЁНЫЙ%20S%20E142](http://deus1.com/dobavki_pischevye-zoloto.html#ЗЕЛЁНЫЙ%20S%20E142) L Дата посещения: 19.01

20. Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи для здобуття освітнього ступеня «Магістр» студентів спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів» денної форми навчання /Уклад.: О.Г. Макаренко, О.В. Подобій, Г.В. Сокольський К.: НУХТ, 2016. – 32с.

21. Мищук Н.А., Гончарук В.В., Вакуленко В.Ф. Моделирование деструкции органических примесей в воде при воздействии озона и ультрафиолетового излучения. Химия и технология воды. 2003. Т. 25. № 4. С. 305–319.

22. Cipparone I. A. Ozonation and BDOC removal: effect on water quality / I. A. Cipparone, A. C. Diehl, G. E. Speitel Jr. J. Water Works Assoc., 1997. Vol. 89. № 12. P. 84–97.

23. Соложенко Е.Г., Соболева Н.М., Гончарук В.В. Применение каталитической системы  $H_2O_2 - Fe^{2+}(Fe^{3+})$  при очистке воды от органических соединений. Химия и технология воды, 2004. Т. 26. № 3. С. 219–246.

24. Kesiz H., Vociz A.L., Koprivanac N. [et al.] Fenton type processes for minimization of organic content in coloured wastewaters. Part II. Combination with zeolites. Dyes and Pigm, 2007. Vol. 74. № 2. P. 388–395.

25. Савинов Е.Н. Фотокаталитические методы очистки воды и воздуха. Соросовский образовательный журнал, 2000. Т. 6. № 11. С. 52 – 56.

26. Косогіна І.В., Астрелін І.М., Толстопалова Н.М. Комплексне очищення стічних вод від барвників. Збірник наукових статей III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. Вінниця, 2011. – Том.2. – С.601–604. URL: <http://eco.com.ua/> Дата посещения: (16.02)

					СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		